A. hydr. 81 1

BIBLIOTHECA
REGIA.
MONACENSIS.

<36624649220010

Bayer. Staatsbibliothek

Theorie

des Neubaues, der Herstellung
und Unterhaltung

der

Kunststraßen;

von

Franz Anton Umpfenbach,

Königl. Preuß. Regierungs- und Baurathe und commissarischem Obergeometer des Rheinisch-Westphälischen Katasters, ehemaligem Eleven der französischen polytechnischen Schule, Ritter des rothen Adler-Ordens vierter Klasse.

Umpfenbach

Kunststraßen

Mit einem Atlas von 12 Kupfertafeln.

Berlin, bei August Rücker.

1830.

12 9

BIBLIOTHECA
Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort.

Die Lehre vom Aufsuchen der Straßenlinien zu den Entwürfen der Neubauten ist in den Werken über Straßenbau nicht in solcher Ausdehnung und mit solcher Bestimmtheit vorgetragen, daß ein Baumeister sich aus ihnen so weit unterrichten könnte, um auf einem etwas schwierigen Terrain mit Sicherheit die zweckmäßigste Linie aufzufinden.

Aus dieser Rücksicht habe ich mich daher schon seit geraumer Zeit damit beschäftigt, diesem Theile des Straßenbaues eine geognostische Grundlage zu geben, aus welcher die Lösung dieser Aufgabe in einzelnen Fällen ohne Schwierigkeit hervorginge,

und dieses, so wie die Ausarbeitung der Entwürfe, ist der Hauptgegenstand des vorliegenden Werkes.

Da sich aber der Stoff während der Bearbeitung mehr ausdehnte, als ich anfänglich erwartet hatte, so hielt ich es für angemessen, hier zugleich dasjenige vorzutragen, was ich durch meine Erfahrungen in den verschiedenen Theilen des Straßenbaues als das Zweckmäßigere erprobt habe.

Bei dieser weitern Ausdehnung meines frühern Plans zu einer vollständigen Theorie des Straßenbaues habe ich unnöthige Wiederholungen des bereits in andern Werken Vorgetragenen da, wo es die Entwickelung meiner Gedanken verstattete, durch Aufführung der Quellen zu vermeiden gesucht.

Die auffallende Uebereinstimmung der von mir angegebenen Grundsätze der Straßenunterhaltung, die ich seit 6 bis 7 Jahren befolge, mit denen des Herrn Arnd in seinem Straßenbau hat mich bei dem Erscheinen desselben sehr gefreut, weil ein solches Zusammentreffen mit einem ausgezeichneten Praktiker mir ihre Richtigkeit verbürgt.

Ich besorge, daß die vorgetragene Art der Ausarbeitung der Projekte und Anschläge der Neubauten Manchem weitläufig und zeitraubend scheinen

wird; allein der Zeitaufwand ist bei erworbener Fertigkeit nicht viel beträchtlicher als bei oberflächlicher Behandlung dieser Arbeiten, und es ist doch ohne Zweifel ein großer Vortheil, so vollständige und richtige Anschläge bei Versteigerungen vorlegen zu können, daß man keine Nachforderungen des Unternehmers, die durch mangelhafte Vermessungen der auszuführenden Arbeiten entstehen, und leicht zu vermeidende Ueberschreitungen der Anschlagssumme veranlassen, zu befürchten hat.

Die Anwendung der Analysis auf verschiedene Aufgaben des Straßenbaues ist nicht im Texte, sondern in einem Anhange gegeben, um das Lesen des Werkes denjenigen Bauverständigen, welche mit solchen Rechnungen weniger befreundet sind, zu erleichtern. Jedoch habe ich auch hier nur unmittelbare Anwendungen angeführt, und alles Entferntere weggelassen. —

Ueber den Bau der Gemeindewege habe ich nichts gesagt, weil der Begriff dessen, was sie leisten sollen, in Deutschland noch nicht festgestellt zu seyn scheint. Meine Ansichten über diesen Gegenstand stimmen übrigens mit den technischen Vorschriften der Instruktion über die Gemeindewege

des hiesigen Regierungs-Bezirks (Koblenz 1828), an deren Ausarbeitung ich einigen Antheil hatte, überein.

Koblenz, im Januar 1830.

Umpfenbach.

Uebersicht des Inhalts.

Erster Abschnitt.

Bestimmung der Straßenlinien im Allgemeinen.

Seite

1stes Kapitel. Geognostische Vorkenntnisse, welche eine unmittelbare Beziehung auf den Straßenbau haben.

§. 1. Fließende Gewässer auf der Erdoberfläche . . 1
§. 2. Namen der einzelnen Theile des Terrains . . 3
§. 3. Bildung derselben 5
§. 4. Richtung und Gefälle der Wasserscheiden . . 7
§. 5. Einfluß der Gesteinarten auf die Form der Thäler und Bergkuppen 8
§. 6. Darstellung des Terrains auf Karten . . . 15

2tes Kapitel. Ueber Fuhrwerke.

§. 7. Theile des Fuhrwerks 19
§. 8. Gestalt der Räder, Felgen und Achsen . . . 21
§. 9. Spurweiten 23
§. 10. Vorzüge der Wagen vor den Karren . . . 24
§. 11. Vortheile des leichten Fuhrwerks zur Erhaltung der Straßen . . . . . 25.
§. 12. Wagenfedern 27
§. 13. Richtung der Zugstränge 28
§. 14. Vorurtheile über den Bau und die Bespannung des Fuhrwerks 29
§. 15. Zugkraft auf Fahrbahnen von verschiedener Bauart 29

Seite

3tes Kapitel. Ueber Straßengefälle.

§. 16. Grenzen der Gefälle, mit Beziehung auf das Fuhrwerk und die Straßenerhaltung . . . 31
§. 17. Vortheilhaftes und kleinstes Gefälle . . . 32
§. 18. Versuche über die Neigung der Straßen, auf welchen die Fuhrwerke anfangen herabzugleiten 34
§. 19. Stärkstes Straßengefälle 38

Zweiter Abschnitt.

Entwerfung der Straßenprojekte.

1stes Kapitel. Bestimmung der allgemeinen Richtung der Straßen.

§. 20. Zweck der Straßen 39
§. 21. Benennung der Straßen nach der Verschiedenheit des Terrains, worüber sie hinziehen . 40
§. 22. Verbindung zweier durch Wasserscheiden getrennter Punkte im Gebirgslande durch Thalstraßen 40
§. 23. Verbindung derselben durch Hochstraßen . . 43
§. 24. Vergleichung der Vortheile der Thal- und Hochstraßen 43
§. 25. Umwege der Straßen 45
§. 26. Beispiele zur Bestimmung der allgemeinen Richtungen der Straßen:
a) im Gebirge 46
§. 27. b) im Hügellande 53
§. 28. Entfernung einer Straße von der allgemeinen Richtung, um bewohnte Orte zu berühren . 53
§. 29. Aufnahme der Uebersichts-Karten zur Bestimmung der Straßenrichtung 54

2tes Kapitel. Bestimmung der einzelnen Straßenrichtungen.

§. 30. Von Thal- und Hochstraßen 57
§. 31. Absteckung der Steigen: Verminderung der Gefälle nach oben hin 57
§. 32. Construction einer Steige, welche:
a) von einem gegebenen Punkte im Thale ausgeht 58
§. 33. b) zwei gegebene Punkte einer Thalwand durch Serpentinen verbindet 60
§. 34. Führung der Steigen durch Schluchten . . 62
§. 35. Umgehung unwegsamer Stellen der Bergwände 65

Seite

§. 36. Ueberschreitung eines Thals, wenn nur die Richtung, aber kein Punkt der Straße gegeben ist 65
§. 37. Führung der Steigen, welche Thalstraßen mit Hochstraßen verbinden 68
§. 38. Umweg, den man machen kann, um ein Thal zu umgehen 69
§. 39. Instrumente zur Absteckung der Steigen, ohne vorherige Construction auf dem Terrain . . 70
§. 40. Besondere Bedingungen bei der Absteckung der Steigen 78
§. 41. Absteckung der Hochstraßen 79
§. 42. Hochstraßen an einzelnen, oder mehreren, am Fuße zusammenhängenden Kuppen vorbei oder durch Senkungen zu führen 81
§. 43. Hochstraßen über Wasserscheiden höherer Ordnung zu führen 84
§. 44. Bedingungen bei der Absteckung der Hochstraßen 84
§. 45. Absteckung der Thalstraßen in engen Gebirgsthälern 86
§. 46. Thalstraßen an concaven Ufern, an der Mündung von Seitenbächen, in Thalengen oder über sumpfige Stellen zu führen 88
§. 47. Absteckung der Straßen in weiten Thälern, oder Ebenen und im flachen Hügellande . . 90

3tes Kapitel. Querprofile der Straßen.

§. 48. Theile, aus welchen das Querprofil bestehet . 92
§. 49. Breite der verschiedenen Straßenarten . . 94
§. 50. Form des Querprofils 96
§. 51. Wölbung der Steinbahn 97
§. 52. Fuß- und Reitwege 98
§. 53. Form der Gräben 99
§. 54. Mittel, um Einsturz der Grabenböschungen zu vermeiden 102
§. 55. Sicheruug der sumpfigen Böschungen . . . 102
§. 56. Sicherung der Bergböschungen 103
§. 57. Sicherung der Böschungen in Abhängen . . 105
§. 58. Anlegung det Böschungen der Straßendämme 105
§. 59. Sicherung der Straßendämme, welche vom fließenden Wasser berührt werden 106
§. 60. Beispiele des Widerstandes, welche verschiedene Uferdeckungen in mehreren Fällen geleistet haben 110

Seite

4tes Kapitel. Von versteinten Fahrbahnen.

§. 61. Untersuchung der Art, wie die Steinbahnen ihren Zweck erfüllen 112
§. 62. Verschiedene Arten von Versteinungen . 114
§. 63. Gestück von dünnen, blättrigen Steinen zur Versteinung 115
§. 64. Dicke der Versteinungen auf den verschiedenen Straßenarten 116
§. 65. Größere Dicke der Versteinung bei weichem Material, und Vorsicht bei Aufführung der 6" dicken Steinbahn 117
§. 66. Sandsteine 117
§. 67. Wahl der Gesteinarten zur Grundlage und Ueberschüttung 118
§. 68. Anwendung und Zubereitung des Kieses zur Versteinung 118
§. 69. Benutzung von Kies- und Bruchsteinen in der nämlichen Versteinung 118
§. 70. Verschiedene Profile der Oberfläche der Steinbahn 119
§. 71. Darstellung der Straßenprofile durch Zeichnungen 121
§. 72. Anlegung der Eisenbahnen und sonstige Mittel, die Fahrbahnen zu befestigen 122

5tes Kapitel. Von Pflasterungen.

§. 73. Welche Straßen gepflastert werden müssen . 123
§. 74. Unterlage des Pflasters und die dadurch bewirkte Haltbarkeit 123
§. 75. Verschiedene Gattungen von Pflastersteinen, und Stellung derselben im Pflaster . . . 125
§. 76. Sandsteine mit Anschüttung von dünnen Steinen 129
§. 77. Profile der Oberfläche des Pflasters . . . 129
§. 78. Fußwege und Trottoirs; ihre Gefälle . . . 129
§. 79. Rinnen; ihre Dimensionen 130
§. 80. Gefälle der Rinnen 132
§. 81. Zeichnung der einzelnen Theile des Pflasters 132

6tes Kapitel. Von Brücken und Kanälen.

§. 82. Welche Gewässer mittelst dieser Bauwerke abgeführt werden 133
§. 83. Kanäle zum Abführen des Grabenwassers . 133
§. 84. Beschreibung der einzelnen Theile eines Kanals 134

Seite

§. 85. Höhe der Gewölbe eines Kanals 137
§. 86. Kanäle zum Ableiten des Quellwassers . . 138
§. 87. Kanäle über Schluchten 139
§. 88. Ueber größere Brücken 140
§. 89. Vorkehrungen zur Versicherung der Fundamente gegen Auskolkungen 142
§. 90. Ueber Brustmauern, Abweiser, Gurten- und Flügelmauern 144
§. 91. Längenprofil und Breite der Fahrbahn und Brücken 146
§. 92. Anwendung der Werkstücke zum Brückenbau und Fugenschnitt 146
§. 93. Form der Brücken und Kanäle in einigen besonderen Fällen 148
§. 94. Ueber gußeiserne Brücken und über Kettenbrücken 150
§. 95. Anlegung der Siekerkanäle 150

7tes Kapitel. Anfertigung des Projektes des Straßenplanums.

§. 96. Aufnahme der Specialkarte 151
§. 97. Anfertigung der Längen- und Querprofile . 153
§. 98. Aufnahme der Erd- und Felsenschichten . . 155
§. 99. Reduction der Profile 155
§. 100. Kartirung derselben 157
§. 101. Bestimmung des Längenprofils der Steigen . 159
§. 102. Bestimmung der Straßen in den Ebenen und an sumpfigen Stellen 160
§. 103. Bestimmung der Straßen in wellenförmigem und Hügellande 161
§. 104. Rücksicht, die man bei der Gleichheit der Auf- und Abträge auf das Aufgehen der abgegrabenen und Setzen der aufgetragenen Erde zu nehmen hat 163
§. 105. Berechnung der Höhe des Auf- und Abtrags an jeder Nummer des Längenprofils . . . 164
§. 106. Einzeichnen der Querprofile der Straßen . 166
§. 107. Bestimmung der Höhe des Auf- und Abtrags in den Querprofilen 166
§. 108. Wie zur Berechnung des Inhalts des Auf- und Abtrages die Terrain- und Straßenfläche angenommen werden müsse 167
§. 109. Bestimmung der Durchschnittslinie in der Straßen- und Terrain-Fläche 168

Seite

§. 110. Formeln zur genauen Berechnung der verschiedenen Körper des Auf- und Abtrags . . 168
§. 111. Genaue Berechnung der Erdarbeiten eines Straßenprojekts 170
§. 112. Annähernde Berechnung derselben . . . 176
§. 113. Querprofile der Straßenkrümmungen, und Construction der Serpentinen 179
§. 114. Anfertigung der Verwendungstabelle der Erd- und Felsenabträge 181

Dritter Abschnitt.

Ausführung der Neubauten und der Herstellung und Unterhaltung der Straßen.

1stes Kapitel. Ausführung der Erdarbeiten der Neubauten.

§. 115. Absteckung des Länge- und Querprofils des Straßenplanums 184
§. 116. Verschiedene Constructionen der Straßenkrümmungen 187
§. 117. Werkzeuge zu den Erd- und Felsenarbeiten . 188
§. 118. Regeln für die Förderung der Erde . . . 189
§. 119. Bestimmung des Raumes, nach welchem ein Erdarbeiter angestellt wird 190
§. 120. Transportmittel, welche nach den verschiedenen Entfernungen des Auftrags vom Abtrag angewendet werden 191
§. 121. Befestigung der Aufträge 192
§. 122. Auswahl der Erdarten zu den Böschungen und der oberen Schichte der Fuß- und Sommerwege. Planiren der Straße 193
§. 123. Werkzeuge zum Brechen und Sprengen der Felsen 195
§. 124. Sprengung der Felsen durch Pulver . . . 199
§. 125. Mischung des Pulvers mit Sägespänen ꝛc. zum Sprengen der Felsen 199
§. 126. Verschiedene Wirkung der Sprengung nach Art der Ladung und der Struktur des Gesteins 200
§. 127. Ausbrechen der Felsen im Straßenplanum . 201

2tes Kapitel. Ausführung der Versteinungen und Pflasterungen.

§. 128. Anlegung und Unterhaltung der Steinbrüche 201

Seite

§. 129. Stellen zur Förderung und zum Reinigen des Kieses 203
§. 130. Durchwerfen des Kieses durch Wurfgitter . 204
§. 131. Zubereitung des Materials zur Versteinung 204
§. 132. Das Setzen der Randsteine 205
§. 133. Anfertigung der verschiedenen Gattungen von Versteinungen 206
§. 134. 135. Befestigung und Unterhaltung der Versteinung 209
§. 136. Anfertigung der Pflaster 209

3tes Kapitel. Ausführung des Mauerwerkes.

§. 137. Förderung der Bruchsteine 213
§. 138. Sortiren, Bossiren und Behauen derselben . 214
§. 139. Fördern und Zurichten der Quadern: Bereitung der Ziegel 214
§. 140. Zubereitung des zu Straßenbauten erforderlichen künstlichen Wasserkalkes 215
§. 141. Zurichtung des Sandes 221
§. 142. Traß 222
§. 143. Verhältniß von Kalk, Sand und Traß im Mörtel 228
§. 144. Absteckung des Mauerwerkes 237
§. 145. Ausführung der trockenen Mauern . . . 238
§. 146. Ausführung des Mauerwerks im Kalkmörtel. Construction der Lehrbögen der Gewölbe 240
§. 147. Steinkitt zum Verstreichen der Fugen . . 243

4tes Kapitel. Vorrichtungen zum Schutz und zur Bequemlichkeit der Reisenden.

§. 148. Brustmauern, Hecken, Erddämme 245
§. 149. Geländer 246
§. 150. Alleen; Gattung und Stellung der Bäume 247
§. 151. Brunnen, Wegweiser, Ruhen, Meilenzeiger, Schirmdächer 249

Anhang zu diesem Abschnitt.

§. 152. Ermittelung der Grundentschädigung bei Neubauten 249

5tes Kapitel. Herstellung verdorbener Straßen.

§. 153. Anfertigung des Projektes zur Herstellung gänzlich verfallener Straßen 250
§. 154. 155. Herstellung der durch Aufschüttung von zu vielem Material und durch andere Veranlassung verdorbenen Fahrbahnen . . . 251

Seite

§. 156. Berechnung der Erdarbeiten bei Herstellung der Fahrbahnen 253

6tes Kapitel. Unterhaltung der Straßen.

§. 157. Art der Abnutzung der Fahrbahnen . . . 253
§. 158. Material zur Unterhaltung der Fahrbahnen 254
§. 159. Zuwerfen der Spuren 257
§. 160. 161. Beschüttung der ganzen Fahrbahn . . 258
§. 162. Entfernen des Koths von der Fahrbahn, Ableitung des Wassers 259
§. 163. Abziehen des Staubes und Entfernung der Rollsteine 260
§. 164. Jährlicher Bedarf an Material zur Unterhaltung der laufenden Ruthe einer Straße . 261
§. 165. Vorkehrungen, wenn die Fahrbahn mit Schnee und Glatteis bedeckt ist 261
§. 166. Unterhaltung der Fuß- und Sommerwege und der Gräben 262
§. 167. Setzen der Nummersteine 263
§. 168. Unterhaltung der gepflasterten Straßen . . 263
§. 169. Termintabelle der Arbeiten zur Straßenunterhaltung 264

7tes Kapitel. Anfertigung der Kostenanschläge.

§. 170. Zweck der Anschläge. Vollständigkeit derselben und richtige Preissätze in solchen . . 266
§. 171. Ermittelung der Preissätze. Anfertigung der Preistabelle 266
§. 172. Schema's zu Anschlägen und Aufstellung der allgemeinen und besondern Bedingungen bei Versteigerungen 268

8tes Kapitel. Ausführung der Straßenarbeiten.

§. 173. Gründe, welche die Art der Ausführung bestimmen 269
§. 174. Ausführung der Erdarbeiten durch Unternehmer oder im Verding 269
§. 175. Lieferung der Materialien durch Unternehmer und Verwendung derselben in Tagelohn 271
§. 176. Ausführung des Mauerwerkes 271
§. 177. Ausführung der Pflasterungen 272
§. 178. Nöthiges Personale zur Leitung und Beaufsichtigung der Neubauten 272

Seite

§. 179. Art der Ausführung von Reparaturarbeiten zur Unterhaltung der Straßen 273

Anhang.

Ueber die Zugkraft der Fuhrwerke auf geneigten Ebenen.

§. 1. Ausdruck der Zugkraft eines Fuhrwerkes . . 277
§. 2. Bestimmung der Coefficienten dieses Ausdrucks 280
§. 4. Vortheilhafte Neigung der Straße, wenn die Wagen durch feststehende Maschinen bewegt werden 282
§. 5. Pferdezahl zur Fortbringung eines Fuhrwerkes auf einer Horizontalebene 284
§. 6. Geschwindigkeit der Pferde, welche die größte mechanische Wirkung hervorbringt 285
§. 7. Auflösung der beiden vorigen Aufgaben für den Zug auf geneigten Ebenen 286
§. 9. Wahl des Weges zur Umgehung eines Thales 287
§. 11. Bestimmung der Länge einer Steige mit gleichmäßig abnehmendem Gefälle zwischen zwei gegebenen Punkten . . 290
§. 12. Aufsuchung der Mittellinie der Steigen aus einem einzigen Standpunkte 294
§. 13. Größe des Abtrages nach der Steile des Bergabhanges 298
§. 14. Bestimmung des Materials, welches die wenigsten Unterhaltungskosten verursacht 299

Querprofil der Straßen:

§. 15. 1) aus einem einzigen Kreisbogen 301
§. 16. 2) aus einem elliptischen Bogen 302
§. 17. 3) aus einem Kreisbogen mit Tangenten . . 303
§. 18. 4) aus einer Parabel der vierten Ordnung . 305
§. 19. 5) aus zwei geraden Linien, welche durch einen kleinen Kreisbogen verbunden sind 306
§. 20. Zusammenstellung obiger Resultate 306
§. 21. Ueber Kreisbogen, welche die Richtung gerader Straßen verbinden 308
§. 22. Genaue Berechnung des Kubikinhaltes des Auf- und Abtrags 310
§. 24. Vergleichung der Resultate, wenn man die Auf- und Abträge nach der genauen

Seite

Formel und nach der Annäherungsformel berechnet 315

Ueber die Form der Serpentinen.

§. 26. Zugkraft in der Serpentine, welche horizontal liegt 319

§. 27. Zugkraft in der Serpentine, welche auf einer geneigten Ebene liegt 321

§. 28. Geringster Werth des Halbmessers der Serpentine 324

§. 29. Werth desselben bei der Bedingung, daß die Zugkraft nicht stärker seyn darf, als auf einer Steige von 8″ Gefälle auf die Ruthe . . 325

§. 30. Bestimmung der Breiten der äußeren Straßenhälfte mit Rücksicht auf den Transport des längsten Bauholzes 326

§. 31. Winkel, den beide Schenkel der Serpentine bei verschiedener Steilheit des Bergabhanges bilden 327

Beilagen.

1. Preistabelle 331
2. Anschlag eines Neubaues 341
3. Anschlag der Pflasterreparaturen 356
4. Anschlag einer Materialienlieferung zur Straßenunterhaltung 358
5. Anschlag über verschiedene Reparaturen 359
6. Allgemeine Versteigerungs-Bedingungen 361
7. Bedingungen für Erd- und Felsenarbeiten und für die Materialienlieferung zu einem Neubau . . . 363
8. Bedingungen für die Lieferung der Materialien zur Reparatur des Pflasters 369
9. Bedingungen für die Lieferung der Materialien zur Unterhaltung der Straßen 371

Vergleichung der preußischen Maaße und Gewichte mit den französischen.

In diesem Werke sind überall, wo nicht ausdrücklich ein anderes angegeben ist, preußische Maaße und Gewichte angenommen, welche nach der Maaß- und Gewichtsordnung vom 16. Mai 1816 mit den metrischen in folgendem Verhältniß stehen:

1 Duodecimalfuß	= 0,313853	Meter,
1 zwölffüßige Ruthe	= 3,766242	"
1 Meile von 2000 Ruthen	= 7532,484	"
1 Duodecimal-□Fuß	= 0,098504	□Meter,
1 □Ruthe	= 14,184583	"
1 Morgen von 180 □Ruthen	= 2553,225	"
oder	= 25,53225	Aren,
1 Kubikfuß	= 0,030916	Kubikmeter,
1 Schachtruthe von 144 Kubikfuß	= 4,451882	"
1 Scheffel = $1\frac{7}{9}$ Kubikfuß	= 0,054961	"
1 Pfund	= 0,46736	Kilogramm,
1 Centner zu 110 Pfund	= 51,41	"
1 Schiffslast zu 4000 Pfund	= 1869,44	"

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Erster Abschnitt.

Bestimmung der Straßenlinien im Allgemeinen.

Erstes Kapitel.

Geognostische Vorkenntnisse, welche eine unmittelbare Beziehung auf den Straßenbau haben.

§. 1. Betrachtet man auf einer topographischen Karte den Lauf zweier Ströme, so findet man sie gewöhnlich durch mehr oder minder hohe Gebirge getrennt. Von diesen Gebirgen fließen Quellen und Bäche, welche durch Verstärkung kleine Flüsse bilden, die sich in größere ergießen, und endlich als Ströme dem Meere zufließen. Das gebirgige Terrain selbst bildet viele muldenförmige Vertiefungen, mit Gefällen nach den Bächen, und diese Schluchten führen bei Regen- und Thauwetter mehr oder weniger Wasser ab.

Die Länge des Laufes der Quellen und Bäche, ehe sie Flüsse bilden, hängt von der Ausdehnung der Becken, welche ihnen Wasser zuführen, von der größeren oder geringeren Verklüftung der Felsen und der Dichtheit der Erdarten, die diese bedecken, ab. Manchmal geben große Wasserbecken nur wenig Wasser, weil das Regenwasser durch die oberen Erdschichten und die Klüfte der darunter liegenden Felsen versinkt, und unterirdisch abläuft. Die

Schluchten sind zwischen 50 Ruthen und einer halben Meile lang; der Lauf der Quellen ist ungefähr von derselben Länge, und die Bäche, deren Breite in ihrem mittleren Stande 1 bis 50 Fuß ist, haben einen $\frac{1}{4}$ bis 8 Meilen langen Lauf. Kleinere Flüsse, von einer Breite zwischen 50 und 300′, haben eine Länge zwischen 2 und 20 Meilen, während größere zwischen 300 und 1800′ breit sind, und 10 bis 60 Meilen durchfließen. Die Ströme, als die größten Flüsse, welche sich in's Meer ergießen, haben im unteren Theile ihres Laufes eine Breite von 1000 bis 3000 Fuß, und die größten derselben, als der Marañon, sind oberhalb der Gränze von Ebbe und Fluth bis zu 15000′ breit; in demjenigen Theile ihres Laufes, welcher Ebbe und Fluth hat, nimmt jedoch die Breite gewöhnlich um das Zehn- bis Zwanzigfache zu.

In den Gefällen dieser Wasserläufe finden sich eben so große Verschiedenheiten, welche von den Bestandtheilen des Bettes abhängen. In Felsen ist das Gefälle stärker, als da, wo die Ufer aus Erde bestehen, und bei dieser giebt der größere oder geringere Zusammenhang und das Gewicht der einzelnen Bestandtheile wiederum Veranlassung zu einem größeren oder geringeren Gefälle. Dieses gilt jedoch nur im Allgemeinen, denn in einzelnen Fällen kann ein Fluß, der auf hartem Boden fließt, viele Krümmungen machen, wodurch sein Gefälle vermindert wird. Wenn man das Gefälle eines Wasserfadens von der Schlucht an, in der er entspringt, bis in die See verfolgt, so wird es eine krumme Linie bilden, wie Figur 1., worin der Maßstab der Höhen 20 Mal größer als der Maßstab der Längen ist. Das Gefälle der Schluchten 1, 2 ist steil im Hochgebirge, manchmal von 45 bis 50 Graden, gewöhnlich aber von $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{20}$ *). Die kleineren Bäche 2, 3

---

*) Das Gefälle einer Linie wird im Laufe dieses Werkes gewöhnlich durch einen Bruch ausgedrückt, welcher die Tangente des

haben zwischen $\frac{1}{200}$ und $\frac{1}{2000}$ Gefälle, die größeren 3, 4, 5 zwischen $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{3000}$, die Flüßchen 6 zwischen $\frac{1}{3000}$ und $\frac{1}{30000}$, die Flüsse und Ströme 7, 8 $\frac{1}{30000}$ und $\frac{1}{120000}$, die größten Ströme, wie der Oronoko und Ganges *), manchmal nur $\frac{1}{200000}$ bis $\frac{1}{240000}$, und der Marañon, nach la Condamine, auf die letzten 115 Meilen seines Laufes, so weit nämlich die Ebbe und Fluth bemerkbar sind, nur ungefähr $\frac{1}{1600000}$.

Die angegebenen Gefälle gelten jedoch nur vom Gebirgslande; in aufgeschwemmten Gegenden haben Bäche manchmal nicht mehr Gefälle, als Flüsse im Gebirge.

§. 2. Betrachten wir nunmehr die Verhältnisse des Terrains zwischen den verschiedenen Wasserläufen, und zwar, um den einfachsten Fall zuerst zu beobachten, den Theil zwischen zwei nahe gelegenen Bächen, deren Lauf im Ganzen fast parallel ist (Fig. 2.).

Eine darauf senkrecht geführte vertikale Ebene al schneidet das Terrain nach der im größeren Maßstabe gezeichneten Linie abcdefghiklm (Fig. 3.). Die Linie bd bezeichnet den Wasserspiegel, bcd ist das Bachbett, dessen tiefster Punkt c zum Thalwege gehört; die geneigten Linien ab, de bilden des Baches Ufer. Die nach dem Bache sanft geneigte Linie ef stellt den Durchschnitt der Thalebene, die steilere Linie fg hingegen den Durchschnitt der Thalwand oder des Bergabhanges (der Berglehne) vor. Die schwächere, und zwar nach

---

Winkels angiebt, den sie mit dem Horizonte macht. Oft wird auch der Ausdruck: ein Gefälle von m Zollen auf die laufende Ruthe gebraucht (die Ruthe zu 12 Fuß gerechnet). Die Tangente des Neigungswinkels gegen den Horizont ist dann $\frac{m''}{1^0} = \frac{m}{144'}$, z. B. ein Gefälle von 8″ auf die Ruthe giebt $\frac{8}{144} = \frac{1}{18}$ für die Tangente des Neigungswinkels.

*) v. Humboldt's Reisen. 4. Bd. 2. Kapitel.

beiden Seiten geneigte krumme Linie ghi giebt den Durchschnitt des Bergrückens. Der höchste Punkt h hat die ausgezeichnete Eigenschaft, daß das dahin fallende Wasser von der einen Seite nach dem ersten, und von der anderen nach dem zweiten Bache fließt, und die Linie, welche alle diese höchsten Punkte der senkrecht auf die Richtung der Bäche gemachten Durchschnitte verbindet, heißt die Wasserscheide des Bergrückens.

Das gezeichnete Profil nimmt nach der Verschiedenheit des Terrains sehr mannigfaltige Formen an. Die Ufer sind mehr oder weniger hoch und steil, und verschwinden zuweilen ganz, wenn der Bach in einem sumpfigen Thale langsam fortfließt. Die Thalebene wird in weiten Thälern groß, oft fließt der Bach auch steil wider die Thalwand, und es ist keine Ebene vorhanden. Die Stellen, an denen sich die beiden Thalwände sehr nahe oder bis an den Bach ziehen, nennt man Thalengen. Die Thalwand ist der steilste Theil des Ganzen, manchmal senkrecht von der Thalebene bis zum Bergrücken, oder sie steigt auch mit geringeren Gefällen hinauf. Mitunter hat dieselbe, wie in Fig. 4., nachdem sie auf eine gewisse Höhe steil gestiegen, nur ein schwaches Gefälle, bildet eine Ebene von einer gewissen Breite, und steigt dann wieder steil zum Bergrücken an. Diese Ebenen, die gewöhnlich auf beiden Seiten des Thals vorkommen, scheinen in früheren Zeiten, als das jetzige Thal noch nicht ausgewühlt war, die Thalebene gebildet zu haben, und werden deshalb Hochufer genannt. — Am oberen Ende der Thäler verbinden sich die beiden Thalwände, und bilden einen runden Kessel, der bis zum Bergrücken ansteigt. In ebenen Gegenden verschwindet die Wand, die Thalebene steigt mit schwachem Gefälle bis zur Wasserscheide.

Manchmal liegen solche Ebenen wagerecht, oder bilden eine Mulde, alsdann entstehen Moräste, wenn der Untergrund das Wasser nicht durchläßt, oder, wenn die Mulde

von beträchtlicher Ausdehnung ist, große Wasserflächen, welche man Landseen nennt.

Der Bergrücken erscheint unter verschiedenen Formen. In sehr koupirtem Terrain verschwindet er oftmals, und die beiden Thalwände vereinigen sich in der Wasserscheide. Oft ist der Bergrücken breit und ziemlich eben; wenn er auch der Länge nach einige Ausdehnung hat, so bildet er eine Hochebene. Endlich nennt man Höhen, welche sich auf den Bergrücken erheben, Bergkuppen.

§. 3. Die einzelnen Theile des Profils in Fig. 3. sind folgendermaßen gebildet: Die reißenden Bäche fließen auf den Felsen hin, oder es hat sich auch schweres Gerölle von $\frac{1}{2}$ bis 30 Kubikfuß darin niedergelegt, welches aus der Verwitterung der weiter aufwärts zu Tage stehenden Felsen entstanden ist, und durch die Gewalt des Wassers fortgerollt wurde. Die Zwischenräume dieses Gerölles sind mit angeschwemmter Erde ausgefüllt.

So wie die Bäche weniger reißend werden, vermindert sich die Dicke des Gerölles, weil das Wasser die Kraft nicht mehr hat die schweren Steine fortzubringen. Die scharfen Ecken des Gesteins reiben sich ab, dieses nimmt eine andere Gestalt an, und wird dann Kies genannt.

Bei einem längeren und trägeren Laufe reibt sich der Kies immer mehr ab, bis er sich in Sand oder in verschiedene andere Erdarten auflöset, daher die sehr großen Flüsse selten Kies bis zu ihrer Mündung führen. Bei sehr langsam fließenden Gewässern besteht das Bett häufig aus bloßem Schlamme, nämlich aus den feinsten Theilen, zu welchen sich das Gerölle zerrieben hat, mit verfaulten Pflanzentheilen vermischt, unter welchen Umständen Sumpfkräuter in dem Bette selbst wachsen.

Nach gemachten Erfahrungen enthält das Bett kleinerer Gewässer:

bei 8″ Geschwindigkeit in der Secunde des Hochwassers an der Oberfläche feinen Lehm oder Schlamm,
bei 1′ Geschwindigkeit in der Secunde des Hochwassers an der Oberfläche feinen Sand,
bei 1½′ Geschwindigkeit in der Secunde des Hochwassers an der Oberfläche körnigen Sand,
bei 2′ Geschwindigkeit in der Secunde des Hochwassers an der Oberfläche sehr feinen Kies,
bei 3′ Geschwindigkeit in der Secunde des Hochwassers an der Oberfläche Kies von 1′ Durchmesser,
bei 5′ Geschwindigkeit in der Secunde des Hochwassers an der Oberfläche Kies von 2′ Durchmesser,
bei 7′ Geschwindigkeit in der Secunde des Hochwassers an der Oberfläche Steine von ⅙ Kubikfuß,
bei 10′ Geschwindigkeit in der Secunde des Hochwassers an der Oberfläche Steine von 1 Kubikfuß,
bei 15′ Geschwindigkeit in der Secunde des Hochwassers an der Oberfläche Steine von 2 Kubikfuß,
bei 36′ Geschwindigkeit in der Secunde des Hochwassers an der Oberfläche Steine von 10 bis 15 Kubf.

Die Thalebene hat längs dem Ufer dieselben Bestandtheile als das Bachbett, wenn sie aufgeschwemmt ist; der an die Thalwand stoßende Theil besteht gewöhnlich aus den Trümmern, welche sich durch Verwitterung oder Regengüsse vom Berge abgelöst haben, und heruntergestürzt sind. Meistens haben Ueberschwemmungen sie mit einer Schichte Pflanzenerde bedeckt.

Die Thalwände, wenn sie, wie es im Hoch- und Mittelgebirge gewöhnlich der Fall ist, steil sind, zeigen theils den Felsen zu Tage, theils sind sie mit einer Erdschichte bedeckt. Im niedrigen Gebirgen und in hügeligen Gegenden sind sie viel flacher, und dann ist der untere Fels gewöhnlich mit einer mehr oder weniger hohen Erdlage überschüttet.

Den Bergrücken deckt meistens eine stärkere oder ge-

ringere Erdschicht, worin sich besonders im flacheren Gebirgs- und aufgeschwemmten Lande starke Kieslager vorfinden; selten liegt der Felsen in größerer Ausdehnung zu Tage, nur bei aufgesetzten Bergkuppen findet dieses statt. Wenn kein Bergrücken vorhanden ist, und also die Thalwände an der Wasserscheide zusammenlaufen, so bildet letzterer gewöhnlich einen Felsenkamm, aus welchem Klippen von verschiedener Höhe hervorragen.

§. 4. Die Wasserscheiden und Thalwege sind als die höchsten und niedrigsten Linien des Terrains für den Straßenbau von großer Wichtigkeit. Von den Thalwegen, in so fern sie ein Theil des Bachbettes sind, ist schon in den vorigen §§. das Nöthige gesagt worden, es wären also noch die Eigenschaften der Wasserscheiden zu betrachten.

Nach §. 2. haben zwei neben einander fließende Bäche ihre Wasserscheide, eben so auch die Ströme, Flüsse, Flüßchen und Schluchten die ihrigen. Die Gesammtheit dieser Wasserscheiden bildet, so wie die der Wasserläufe, eine Reihe von krummen Linien, deren kleinere sich an die größeren anschließen.

So ist in der Fig. 5. die Linie a b c d die Wasserscheide der Flüsse A B C und D E, die sich daran schließende Linie b h i ist die der Flüßchen D F und E G, welche sich in D E ergießen, die daran geschlossene Linie h i die Wasserscheide der Bäche H I und K L, welche in D F fallen, k l L die der Schluchten M und N. Sie laufen immer bis zum Zusammenflusse der Gewässer, welche sie scheiden, und bilden wellenförmige Linien, sind bei den größten Flüssen am höchsten, und nehmen bei den kleinern Gewässern an Höhe immer mehr ab. Sie enthalten mitunter bedeutende Höhen und tiefe Senkungen, welche man Scheidecken nennt.

Die Fig. 6. stellt einen vertikalen Durchschnitt, nach den Wasserscheide-Linien a b h k l der Figur 5., in doppeltem Maßstabe vor. Der Theil a b, welcher zur Wasser-

scheide größerer Flüsse gehört, hat Kuppen und Mulden, aber im Ganzen kein merkliches Gefälle. Der zweite Theil bh, der die Wasserscheide zwischen beiden Flüßchen bildet, zeigt schon nach dem Flusse DE hin ein merkliches Gefälle; hk, als Wasserscheide der beiden Bäche HI und KL, hat nach den Flüßchen DF ein noch stärkeres Gefälle; das stärkste hat aber die Wasserscheide kl zwischen den Schluchten M und N, und am Ausflusse lL mit dem Zusammenflusse der Gewässer wird das Gefälle beinahe so steil als die Thalwand.

Nur die Wasserscheiden zwischen Schluchten haben meistens ein starkes Gefälle nach dem Hauptthale, die übrigen sind wellenförmige Linien, die bald steigen, bald fallen. Das allgemeine Gefälle der Wasserscheide bh, nämlich die Neigung einer geraden Linie, welche zwei entfernte Punkte verbindet, ist im Hochgebirge von 4 bis 5°, im niedrigen Gebirge aber höchstens von 1 bis 2°, das Gefälle von hk ist dann nicht viel beträchtlicher, bei kl ist es meistens von 5 bis 10°. Die einzelnen Theile haben aber wegen der wellenförmigen Gestalt der Wasserscheide viel beträchtlichere Gefälle.

§. 5. Die Felsarten, aus welchen das Gebirge besteht, haben auf die Gestalt der einzelnen Theile desselben einen merklichen Einfluß.

Im Allgemeinen nimmt die schroffe, senkrechte Felsenform in dem Verhältnisse ab, wie die schieferige Textur der Gebirgsarten und insbesondere auch ihre Verwitterbarkeit zunimmt. Durch Schichtung und Schieferung wird der Zeit die Zerstörung erleichtert; sie kann ihr Werk, das Eckige und Scharfkantige der Gestalten abzurunden, viel leichter vollenden.

Hohe Granitberge sind meist schroff, mit spitzigen, zackigen, kahlen, vegetationslosen Gipfeln, bilden häufig eigentliche Hörner und Nadeln, oft reihenweise verbundene, ruinenähnliche Pfeiler und Pyramiden in umgekehrter Lage,

unten schmäler als oben. Die Wände erscheinen prallig, steil abgeschnitten, nackt, mit vorspringenden Felsen; die Felsthäler tief, engsohlig, vielfach gewunden, nicht lang aber von beträchtlichem Abfall. Minder erhabene Granitgebirge haben sanfte Umrisse; einzeln hervorragende Kuppen und Hügel wechseln mit sehr allmählig ansteigenden Höhen, welche sich in weite Ebenen verlaufen.

Der Syenit steigt selten bis zur Höhe des Granits; er bildet mehr flache Hügel, abgerundete Kuppen und Rükken von ziemlich gleicher Höhe, bauchige Abhänge, weite Becken; wo er bedeutende Höhen erreicht, zeigt er ähnliche Formen, wie das hohe Granitgebirge.

Die Umrisse der Gneisgebirge sind weniger scharf, minder bezeichnend als die Umrisse der Granitberge, im Ganzen ihres Charakters liegt mehr Einförmiges, mehr Offenheit. Man vermißt das Gezackte, das Gespitzte der Gipfel, das Wilde, denn nur selten ragen steile Felsen hervor, höchstens ist der Kamm der Berge einer Mauer gleich gekerbt. Die größeren, langgedehnten, zusammenhängenden Bergzüge des Gneises erscheinen wellenförmig, nur selten mit hervorragenden Kuppen, und sind von Mulden zerschnitten. Die einzelnen Berge haben runde Rücken. Kleinere Bergketten bilden flache Kuppen, geschieden durch wannenähnliche Vertiefungen.

Der Glimmerschiefer setzt meist große Bergebenen zusammen, mit sanften, wellenförmigen Erhabenheiten. Zwischen den gerundeten Berggipfeln herrscht viel Zusammenhang, und die Höhenzüge sind nur durch niedrige Pässe in Gruppen geschieden. Jede Gruppe wird in der Regel durch einen Gipfel beherrscht, nicht leicht steigen zwei nahe gelegene Gipfel zu gleicher Höhe empor. Die ganzen Gebirge senken sich sehr oft in flache Thäler. Die Abhänge, meist terassenartig und von vielen Schluchten durchschnitten, haben nur wenige Klippen; Felsen mit jähen Abstürzen und senkrechten Wänden sind selten.

Der Urkalk steigt nicht selten zu beträchtlicher Höhe; seine Felsen sind durch schroffe Umrisse ausgezeichnet, und auf den Abhängen mit steilen, klippigen, kahlen Felswänden besetzt.

Der Porphyr bildet selten zusammenhängende Ketten, sondern meist zerstückte und steile, oft unersteigliche Kegelgebirge, welche sich durch das Kühne und Malerische ihrer Formen auszeichnen.

Mit dem Erscheinen der Grauwacke nimmt in manchen Gegenden die Höhe des Hauptgebirges ab; im ganzen Charakter ihrer Bergmassen liegt nicht der Gestaltenreichthum so vieler älteren Felsarten, sondern mehr Einförmiges, obgleich eine gewisse Größe zur Unterscheidung von neuern Felsarten dient. Die Grauwacke setzt meist breite, kuppige, nach einer Richtung erstreckte Gebirgsrücken zusammen. Die einzelnen Berge zeigen sich häufig kegelförmig, freistehend und mit Felsen verbunden, die Gipfel sind theils scharfrückig, theils etwas abgeplattet und mit wenigen Hervorragungen; der Abfall der Berge gegen Thäler und Ebenen ist, je nach der größern und geringern Erhabenheit, bald mehr, bald weniger allmählig; hin und wieder findet man schroffe und prallige Gehänge, überhängende Felswände und Klippen. Die Thäler, meist Querthäler, wenigstens die größern, sind tief, felsig und oft sehr lang; ihr Gehänge ziemlich jähe, jedoch nicht stufenartig.

Der Thonschiefer setzt häufig schöne Bergplateaus und sich weit erstreckende Ebenen zusammen; die Berge sind wellenförmig verbundene Kugelschnitte; die Rücken gedehnt, sanft gerundet, oft sehr flach, sie tragen wenig Kuppen. Nur da, wo tiefe Thäler einschneiden, sieht man hohe, steile, senkrechte, seltsam geschichtete Wände, zersplittert, klippig und besetzt mit wilden, zackigen Massen, oft absatzweise niedersteigend, selbst drohend überhängend.

Die Berge von Kieselschiefer sind kegelförmig, schroff,

mit oft weit hervorragenden, zerrissenen, zackigen, grotesken Felsmassen und klippigen Gehängen. Die Thäler sind eng, tief und von hohen, pralligen Felsen begränzt.

Die Berge des Uebergangskalks zeichnen sich durch einen eigenen Charakter der Wildheit aus; sie sind spitzig und kegelförmig, und ihre Gipfel tragen mitunter Nadeln und Hörner, aus breiten Felsenmauern hervorragend. Die steilen Abhänge sind mit schroffen Klippen und mit hohen, pittoresken, steten Einsturz drohenden Massen besetzt, und erscheinen oft als völlig senkrechte Mauern. Die Thäler sind eng und tief, mit Haufen abgerissener Felsblöcke und mit kleineren Trümmern bedeckt. Häufig sind in diesem Kalksteine Systeme von aneinander gereiheten Höhlen anzutreffen, zum Theil mit Kalksinter bekleidet, welcher fossile, fleischfressende Säugethiere enthält.

Das Steinkohlengebirge, vorzüglich aus Kohlensandstein, Schieferthon und Steinkohlen bestehend, hat eine flach gerundete Form in seinen Erhabenheiten, und schließt breite, flache Thäler ein. Manchmal zeichnen sich auch seine Berge durch kleine Kuppen und durch schmale, spitzige Rücken aus, und das Zerschnittene, Zerrissene, das Steile der Abhänge, zumal längs der Ufer der Flüsse und am Gestade des Meeres, sind für dieses Gebirge charakteristisch.

Der rothe Sandstein (Rothtodtliegendes) setzt da, wo er in großer Mächtigkeit auftritt, und mitunter eine Stärke von 5000 bis 6000 Fuß erreicht, wie der Porphyr, den er begleitet, mehr oder weniger weit verbreitete, meist isolitte Gebirgszüge aus hohen steilen Bergen zusammen, mit ungeheuren schroffen Felsen und mit großen Wänden; die Bergrücken stark ansteigend, durch schmale Thäler getrennt und durch tiefe Schluchten in Kuppen getheilt. Oft bildet er, wenn seine Mächtigkeit minder groß ist, einzelne Höhen, mit wenig erhabenen, durch flache, muldenförmige Schluchten geschiedenen Bergen, oder auch nur Hügel, mit sehr gerundeten oder mit abgeplatteten

Gipfeln und mit sanften Abhängen, welche weit gedehnten Thälern zuführen, und nur da, wo Wasser die Gesteinmassen durchbrochen, finden sich Engthäler mit höchst schmaler Sohle, mit senkrechten Mauern und steilen Ufern.

Die Zechstein- oder Alpenkalkgebirge sind oft sehr steil und klippig, aus den Gipfeln ragen unersteigbare, thurmähnliche Felsen, auch wahre Nadeln, mehrere hundert Fuß senkrecht in die Höhe, und die Abhänge sind häufig senkrechte, kahle Mauern, mit Spalten, Rissen und tiefen Einschnitten versehen. Minder erhabene Zechsteingebirge setzen dagegen mehr abfallende Höhen und gerundete Berge zusammen, welche indessen da, wo sie Flußthäler bilden, nicht selten steil sich senken, selbst schroff abgeschnitten sind.

Die bunte Sandstein-Formation, deren obere Bildungen aus rothem Mergel bestehen, bildet große Plateaus, welche sanfte, rundliche Bergrücken tragen, und durch tiefe Thäler mit meist steilen Wänden durchschnitten sind. Sie erreicht keine bedeutende Höhen.

Der Muschelkalk, mit seinen Lagern von Hornstein, Gyps, Thon mit Steinsalz, Mergel, Sandstein und etwas Kohlen, bildet theils am Fuße des bunten Sandsteingebirges unebene aber ziemlich söhlige Flächen, theils aber auf dem Sandstein-Plateau langgezogene Hügel.

Die Keuper-Formation, aus wechsellagerndem Sandstein und bunten Mergeln, mit untergeordneten Lagern von Gyps, etwas Steinkohle und Kalk bestehend, bildet keine Gebirge und Felsen; sie füllt Ebenen aus und constituirt Plateaus, welche kein hohes Niveau erreichen.

In der Lias-Formation, welche durch schwarzen, bituminösen Mergel, Kalkstein und Sandstein, die durch stete Uebergänge mit einander verbunden sind, gebildet wird, zeigt sich sehr welliges, meist mit vielen Rücken durchzogenes Land; letztere bilden sich durch geneigte Kalkschichten, um welche herum der Mergel weggewaschen ist; durch Zusammenstürzungen stellen diese oft schöne Klippen dar.

Ausgezeichnete Längenthäler sind häufig. Die Höhe, welche gewöhnlich diese Formation erreicht, beträgt 700 bis 1000 Fuß; so groß ist auch wohl ihre Mächtigkeit.

Der Quadersandstein mit seinen Mergeln bildet da, wo letztere vorwalten, hügeliges, flaches Land, der Sandstein selbst aber groteske Klippen, die als ein Geflechte von harten Adern, nachdem die weichern, lockern Theile weggewaschen worden waren, stehen blieben. Senkrechte, zuweilen sehr weit geöffnete Spalten durchziehen das Gestein. Sie schneiden einander unter Winkeln, welche dem Rechten meist nahe kommen, und durch diese Klüfte, verbunden mit denen der Schichtung, entstehen die sehr bezeichnenden, würfeligen Blöcke (Quader). Der Quader-Sandstein steigt selten über eine Höhe von 800 Fuß; die Mächtigkeit beträgt meist 200 bis 500 Fuß.

Kreidemergel- und Jurakalk-Formation. Einem gewaltigen Damm gleich steigt der erhabenste Rücken dieser ausgedehnten Gebirgsbildung mit fast nicht unterbrochener Einförmigkeit, von den Ufern der Seen oder aus Ebenen, zu mehr als 5000 Fuß über den Meeresspiegel empor. Abgeplattete Gipfel, oft Plateaus bildend, begränzt durch senkrechte Abfälle, thurmähnliche, eingekerbte Bergkämme, seltsame Stellungen seiner Schichten und das wild Aufgethürmte der Felsmassen vermehren das Malerische des Anblicks. Mehrere, durch weite, ausgedehnte Längenthäler von einander geschiedene Gebirgsreihen, und überhaupt langgezogene Formen gehören zu den wesentlichen physiognomischen Kennzeichen dieser Gebirgsbildung.

Die Kreide-Formation, in der Regel niedere Plateaus und welliges Land bildend, zeigt dennoch malerische Gegenden, groteske Bergparthien mit scharfen Rükken, durchschnitten von engen Schluchten, unterbrochen von Querthälern mit jähansteigenden Wänden und hohen, steilen Kuppen. Einzelne Kreideberge erheben sich in pyramidaler Form zu großer Höhe.

Die Braunkohlen- und plastische Thon-Formation bildet meist niederes, flaches Land, kommt jedoch zuweilen auch in hohen, gebirgigen Gegenden vor. Die Mächtigkeit ist gewöhnlich von 50 bis 200 Fuß; auf der Insel Wight beträgt sie 1100 Fuß.

Obgleich der Grobkalk mächtige und weit erstreckte Lager und ziemlich scharf begrenzte Gebiete ausmacht, so setzt er dennoch nie sehr hohe Berge zusammen; er bildet kegelförmige Hügel, deren Seiten sich zuweilen steil abstürzen. Häufig füllt er große Vertiefungen und weit gedehnte Becken; auch besteht der Grund oft beträchtlicher Ebenen aus diesem Gesteine.

Die übrigen tertiären Gebirgsbildungen, noch aus mancherlei Kalksteinen, Sandsteinen, Gyps ꝛc. bestehend, tragen im Aeußern den allgemeinen Charakter des Hügellandes und der Ebenen. Die aufgeschwemmten Gebirgsbildungen sind im Aeußern noch geringer ausgezeichnet. Die vulkanischen Bildungen der ältern Zeit (Trachyte, Phonolithe, Basalte ꝛc.) zeigen meist Kegelformen, theils einzeln stehend, theils gruppirt, während die wahren Feuerberge (Vulkane), welche Laven in flüssiger Gestalt ergossen haben oder noch ergießen, sich durch die mehr oder minder erhaltenen trichterförmigen Krater auf ihren Gipfeln auszeichnen, und die ergossene Lava in Strömen an den Gehängen und auf den begränzenden Ebenen nachweisen. Die vulkanischen Tuffe (Traß, Bimsstein-Conglomerat ꝛc.) umgeben die Vulkane, oder erfüllen und bekleiden die von ihnen abgehenden Thäler des ältern Gebirges.

Die vorigen §§. enthalten nur diejenigen Lehren der Geognosie, welche sich unmittelbar auf den Straßenbau beziehen; weiter ausgeführt sind sie unter andern Werken in:

Traité de géognosie par G. F. d'Aubuisson de Voisins. Nouvelle édition. 2 Tomes. Paris

1828. (Eine deutsche Uebersetzung dieser neuen Auflage ist unter der Presse).

K. C. von Leonhard's Charakteristik der Felsarten. 3 Abtheilungen. Heidelberg 1824.

C. Keferstein's Tabellen über die vergleichende Geognosie. Halle 1825.

K. F. A. Hartmann's Handwörterbnch der Mineralogie und Geognosie. Leipzig 1828.

Robert Backewell, Grundriß der Geognosie. Nach der dritten Original-Ausgabe aus dem Englischen übersetzt und bearbeitet von Dr. K. F. A. Hartmann. Mit 4 Kupfertafeln. Berlin 1829.

§. 6. Um das Terrain auf Karten zu verzeichnen schneidet man es bekanntlich durch eine Reihe horizontaler Ebnen. Man nimmt die Durchschnitte auf, und erhält eine Reihe von horizontalen Linien, welche man dadurch verbindet, daß man von den Punkten der oberen Hortzontalen Senkrechte auf die unteren zieht. Diese Senkrechten werden Bergstriche genannt, und sind die Horizontal-Projektion der Linien des größten Gefälls zwischen zwei auf einander folgenden Horizontal-Ebnen *). Wenn die Horizontalen nahe genug bei einander liegen, um alle merklichen Veränderungen des Terrains anzudeuten, so geben sie ein hinlänglich genaues Bild des letztern.

Um die Uebersicht auf der Karte zu erleichtern, werden die Horizontalebnen in gleichen vertikalen Abständen, von 10 zu 10, von 20 zu 20, von 30 zu 30 bis von 300 zu 300 Fuß, nämlich in größerer oder geringerer Entfernung, je nachdem die Abhänge mehr oder weniger

---

*) Richtiger: Man zieht von den Punkten der obern horizontalen Linie Normalebnen auf die untere; ihre Durchschnitte mit dem Terrain sind die Linien des größten Gefälls, ihre Durchschnitte mit der horizontalen Ebne sind auf der unteren Horizontallinie normal, und werden, auf der Karte verzeichnet, Bergstriche genannt.

steil sind, gelegt. Die Fig. 7. stellt ein Terrain durch die Horizontal-Durchschnitte ab, cd ꝛc. und die dazwischen liegenden Bergstriche dar. Zwischen den Linien cd und ef, an der Stelle ghik, wo die Längen der Bergstriche sich plötzlich sehr verändern, sind noch drei kleine Horizontalen, gh, ik und lm gelegt, welche, wenn der vertikale Abstand zwischen cd und ef von 30′ ist, von einander nur $\frac{3}{4}0'$ oder $7\frac{1}{2}'$ abstehen werden. Wenn die Länge der Bergstriche zwar wechselt, aber nicht so wesentlich, daß man es für nöthig hielte, kleine Horizontalen zu legen, so zieht man die Bergstriche nach dem Augenmaße etwas krumm.

Auf einer solchen Zeichnung erkennt man die Wasserscheiden und Thalwege, wenn letztere auch nicht durch einen Wasserlauf angedeutet sind, dadurch, daß die erstern an solcher Stelle liegen, wo die Horizontalen, nach den Gewässern hin, convex, und ihre Entfernung von einander oder die Bergstriche die größten sind; die Thalwege hingegen liegen an denjenigen Stellen, wo die Horizontalen concav und ihre Entfernungen oder die Bergstriche ebenfalls die größten sind. So ist die Linie qr, wo die Horizontale convex und der Bergstrich qr größer als die rechts und links liegende ist, ein Theil der Wasserscheide. Eben so liegt st im Thalwege, weil die Horizontalen dort concav sind, und ihre Entfernung st größer als die Bergstriche rechts und links ist.

Wenn die Bergstriche zwischen je zwei Horizontalen auf die ganze Höhe des Abhangs gleich sind, so wie bei schiefen Ebnen, Kugeln und Kegeln, deren Achsen vertikal sind, so wird weder Wasserscheide noch Thalweg vorhanden seyn. Sind aber ober- oder unterhalb Stellen, von welchen die Horizontalen eine größte Entfernung haben, so befindet sich auch auf dem übrigen Theile eine Wasserscheide oder ein Thalweg, und zwar in der Verlängerung der vorhandenen größten Bergstriche.

Die

Die Steilheit des Abhangs läßt sich, wenn die vertikalen Abstände der Horizontallinien bekannt sind, für einen beliebigen Bergstrich mo nach der Karte leicht bestimmen. Im rechtwinkligen Dreiecke omp (Fig. 8.), wo om die nämliche Länge als om in Fig. 7., mp aber der bekannte Abstand der Horizontalen ist, hat man tang. $o = \frac{mp}{om}$.

Es sey als Beispiel mp = 30, om = 105, so ist tang. $o = \frac{30}{105} = 0{,}286$, also $\angle o = 15^\circ\ 58'$. Begreiflicher Weise giebt dieses Verfahren keine große Genauigkeit, weil man nach dem gewöhnlichen Maßstabe der Karten nur ganze Fuß abgreifen kann; es ist in der Ausführung aber meistens hinreichend, die Neigung der Abdachung auf 1° genau zu kennen.

Man kann auch den Höhenunterschied zweier beliebigen Punkte der Karte mit ziemlicher Genauigkeit dadurch ermitteln, daß man die Anzahl der Abstände der zwischen beiden Punkten liegenden Horizontalen zählt, diese mit der Größe des Abstandes multiplicirt, und zum Produkte die Höhen der beiden Punkte über und unter den daran liegenden Horizontalen addirt. So sey die Höhe des Punktes p über q zu finden. Es liegen 8 Horizontalen dazwischen, mithin 7 Abstände zu 30′ . . . . . 210′

p schneidet nach der Karte $\frac{1}{4}$ der Länge des Bergstrichs ab, liegt also über der Horizontalen cd um $\frac{30}{4}$ oder . . . . . $7\frac{1}{2}$

q liegt auf der Hälfte des Bergstrichs, also unter der Horizontale um $\frac{30}{2}$ 15

die Höhe von p über q ist daher $232\frac{1}{2}'$.

Es bedarf kaum der Erinnerung, daß die Genauigkeit, welche man in beiden Fällen erreicht, von der Schärfe abhängt, mit welcher die Horizontalen bestimmt wurden.

Da es viele Fälle giebt, in welchen man die Steilheit der Abdachung auf den ersten Blick erkennen will, und also das Aufsuchen der Tangenten zu weitläuftig wäre, so

hat man den Bergstrichen bestimmte Formen gegeben. Bei der bekannten Lehmannschen Methode erhalten sie eine Dicke und Entfernung, woraus die Neigung der Abdachung mit einer Fehlergränze von 5° ersichtlich ist.

Die Schwierigkeit für die Zeichner, diese Bergstriche genau auszuführen, und für diejenigen, welche die Karte benutzen sollen, in derselben nach den Strichen die Neigung genau abzulesen, hat die v. Müfflingsche Methode zur Anwendung gebracht, welche darin besteht, daß man gerade Bergstriche mit geschlängelten auf eine für jede Neigung bestimmte Art mit einander abwechseln läßt. Diese Bergstriche sind Fig. 12. vorgestellt.

Auch hat man die Striche manchmal nicht senkrecht auf die Horizontalen geführt, sondern eine gekreuzte Schraffirung angewendet, so wie auch schon vorgeschlagen wurde, den Zwischenraum der Horizontalen mit andern denselben parallelen Strichen, welche um so dichter zusammen zu liegen kommen, je steiler das Terrain ist, auszufüllen. Beide Manieren können in Dåzel's Methode große Waldungen zu messen, München 1819. Taf. 3. nachgesehen werden. — In frühern Zeiten wurden gewöhnlich die Horizontalen gar nicht geführt, sondern man begnügte sich, nach dem Augenmaße die Abdachungen anzugeben, und die Karte entweder in doppelter Schraffirung zu zeichnen oder sie zu tuschen. Diese Manier giebt aber nur ein ungefähres, durchaus nicht zuverlässiges Bild des Terrains.

Die Lehmannsche Methode, die zur Bezeichnung des Terrains allgemein als die zweckmäßigste anerkannt ist, hat in ihrer Anwendung auf Straßenkarten zwei Nachtheile.

1) Bei mäßig steilem Terrain, dessen Abhänge nicht über 15 bis 20° Neigung haben, ist sie noch ganz deutlich; im steilern aber, worin die Abhänge Winkel bis zu 40° mit dem Horizonte machen, wird die Karte so schwarz, daß man die die Straße betreffenden Einzelnheiten nicht mehr darauf erkennen kann.

2) Da der Maßstab solcher Spezial-Straßenkarten gewöhnlich von $\frac{1}{1000}$ bis zu $\frac{1}{2500}$ ist, so werden die Bergstriche sehr lang, und können deswegen nur von geübten Zeichnern ordentlich ausgeführt werden. Auch ist die Anfertigung der Terrain-Karten in so großem Maßstabe äußerst zeitraubend. Ich würde daher für die Anwendung bei dem Straßenbau die ältere französische Methode (Figur 7.) vorziehen.

Auch die Tuschmanier ist brauchbar; die Horizontalen werden punktirt, und die Stärke der Tuschanlage nach der größern oder geringern Neigung der Abhänge gemacht. Wenn jene auf dem Rande der Karte nach den Neigungen von 5 zu 5° angegeben ist, so läßt sich die Steilheit der Abdachungen eben so leicht als bei der Lehmannschen Manier ablesen, und die Zeichnung wird wenigstens viermal schneller gemacht.

Ueber die Art die Horizontalen aufzunehmen, kann Netto's Handbuch der Vermessungskunde, Berlin 1820. 1r Theil Seite 425, und 2r Theil Seite 27 nachgelesen werden.

Zweites Kapitel.

Ueber Fuhrwerke.

§. 7. Die Fuhrwerke werden in zweirädrige und vierrädrige eingetheilt, jene heißen Karren, diese Wagen. Man hat auch sechs- und achträdrige Wagen gebaut, die aber, obschon sie einige Vortheile haben, schwerlich in allgemeinen Gebrauch kommen werden.

Die Bauart der Räder und Achsen haben vor allen übrigen Theilen des Fuhrwerkes den meisten Einfluß, sowohl auf die Größe der nöthigen Zugkraft, als auf die Erhaltung der Straßen.

Ein Rad besteht aus der Nabe, welche sich um den Achsenschenkel dreht, den Speichen, die nach der Richtung

des Halbmessers von der Nabe nach dem Umfange des Rades gehen, und dem Felgenkranze, welcher aus kreisförmig geschnittenen und unter sich vergabelten Hölzern, Felgen genannt, besteht. Die Felgen werden durch den, aus mehr oder weniger dicken, eisernen Schienen bestehenden Reif, welcher mit eisernen Nägeln darauf befestigt ist, zusammen gehalten. Bei ganz leichtem Fuhrwerke besteht der Reif manchmal aus einer einzigen Schiene.

Die Köpfe der Nägel müssen ganz in den Reif eingelassen seyn, hervorstehende Köpfe hindern den Zug, weil sie eben so wirken, als wenn sie als Unebenheiten auf der Straße hervorragten, und das Rad darüber gehoben werden müßte. Der Straße selbst sind sie sehr nachtheilig, denn wenn ein solcher Nagel sie berührt, so drückt die ganze Last des Rades auf einen einzigen Punkt, und zermalmt das Material der Fahrbahn.

Die Achsen sind entweder ganz von Holz, und manchmal zur Verstärkung der Achsenschenkel mit Achseneisen, welche mit ihrer ganzen Stärke in die untere Kreisfläche derselben eingelassen werden, beschlagen, oder sie haben nur ein hölzernes Mittelstück, worunter ein eiserner Stab befestigt ist, der die ganze Länge der Achse bildet. Die Achsenschenkel sind dann rund abgedreht, oder auch blos rund geschmiedet, die ersteren heißen hölzerne, die andern eiserne Achsen. Wenn ein Wagen eiserne Achsen hat, so werden die Naben inwendig mit gußeisernen oder besser mit messingenen oder sogenannten metallenen *) Buchsen versehen, welche, um die Reibung zu vermeiden, mit Sorgfalt ausgebohrt und rund abgedreht sind.

Man macht die Achsen entweder gerade, oder biegt die Schenkel, welche in den Buchsen liegen, etwas abwärts. Im ersteren Falle bildet die Außenfläche der Felgen

---

*) Unter Metall wird hier die Mischung von 15 bis 16 Theilen Zinn auf 100 Theile Kupfer verstanden.

sowohl als des Reifs einen Cylinder, deren Axe die Radachse ist, im anderen Falle aber abgestumpfte Kegel, deren Axe die Achse des Rades ist. Die Figuren 9 und 10. stellen beide Arten von Rädern vor.

§. 8. Die kegelförmigen Räder werden an Personenwagen jetzt beinahe allgemein, und bei dem Frachtfuhrwesen wurden sie früher häufig, und auch jetzt noch mitunter angewendet; sie sind aber durchaus zweckwidrig, denn wenn ein Cylinder auf einer Ebne liegt, und eine durch dessen Schwerpunkt gehende Kraft, welche parallel mit der Ebne und senkrecht auf die Axe des Cylinders wirkt, diesen trifft, so rollt er parallel mit sich selbst auf der Ebne fort. Ein auf der Ebne liegender Kegel wird sich aber bei einem ähnlichen Stoße um seine Spitze drehen, so daß jeder Punkt der Axe einen Kreis um die Spitze beschreibt. Die Bewegung des Cylinders ist also wesentlich eine geradlinige, und die des Kegels eine kreisförmige.

Da nun bei dem Fuhrwerke nur geradlinige Bewegungen vorkommen, und die Lasten sowohl mit dem geringsten Kraftaufwande als der geringsten Beschädigung der Straßen fortgebracht werden sollen, so sind kegelförmige Räder schädlich, und nur cylindrische anwendbar.

Will man dem Cylinder eine kreisförmige Bewegung geben, so kann er nicht blos fortrollen, sondern er muß zum Theile geschleift werden; dieses Fortschleifen erfordert aber bei weitem mehr Kraft als das bloße Rollen, es wird auch mit weit größerer Reibung auf die Unterlage, und zerstört dieselbe.

Die nöthige Kraft, ein Rad über die Unebenheiten zu bringen, die auf jeder, auch der glättesten Straße vorkommen, ist sehr nahe im umgekehrten Verhältnisse der Quadratwurzel des Raddurchmessers, so daß, wenn die Kraft, welche ein Rad von 2′ Durchmesser über eine Unebenheit bringt, = 1 gesetzt wird, die Kraft, welche nö-

thig ist, um ein Rad von 8′ Durchmesser mit der nämlichen Last über dieselbe Unebenheit zu bringen, ungefähr $= \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{8}} = \frac{1}{2}$ seyn wird. Es ist also vortheilhaft, die Räder, besonders für unebne Straßen, so groß als möglich zu machen; diese Größe hat jedoch wegen des vermehrten Gewichtes der größern Räder, welches den Zug erschwert und ihre Dauer vermindert, ihre Gränzen.

Nach der Erfahrung ist die vortheilhafteste Höhe der Räder bei guten Straßen:

für zweirädrige Frachtkarren		5′ 6″	bis	6′ 0″
vierrädrige Frachtwagen,	Vorderräder	3 3		
	Hinterräder	4 0	bis	4 2
für zweirädriges schnelles Fuhrwerk .		4 0	bis	4 6
vierrädriges desgleichen,	Vorderräder	2 9	bis	3 0
	Hinterräder	4 0	bis	4 6

Auf schlechten Wegen sollten sie um 6″ bis 1′ größer, auf ganz glatten Flächen, wie Bohlenlagen oder Eisenbahnen, wo die Unebenheiten äußerst gering sind, können sie viel kleiner, für Frachtfuhrwerk von 2′ 6″ und für schnelleres von 3′ Höhe seyn.

Die Breite der Felgen richtet sich nach der Last, welche mit dem Fuhrwerke fortgebracht werden soll. Bei leichtem Personenfuhrwerke ist eine Breite von 2 bis $2\frac{1}{2}$″ hinreichend, bei schwererem, als Postwagen, darf sie nicht unter 3 bis $3\frac{1}{2}$″ seyn.

Die Frachtfuhrwerke sollten nie weniger als 3″ breite Felgen haben, und wenn sie mit mehr als 3 Pferden bespannt sind, kann die Breite der Felgen nicht unter 6″ seyn. Eine größere ist aber unnöthig, weil die Radreifen durch den Gebrauch convex werden, und die ebenfalls convexe Straße nur auf einer Breite von 4 bis 5″ berühren. Wenn man auch breitere Felgen von 9 bis 15″, so wie sie in Frankreich und England für das schwerste Fracht-

fuhrwerk vorgeschrieben sind, ganz auf der Straße abgedrückt sieht, so beweist dieses noch nicht, daß ihre ganze Breite auf der festen Fahrbahn ruhe, sondern nur, daß diese mit Schlamm oder Staub bedeckt ist, die jeden Eindruck annehmen.

Bei Unebenheiten wird sogar, welches auch die Breite der Felgen sey, der Druck nur auf einen einzigen Punkt wirken, und bei einer schweren Ladung das Material zermalmen.

Auf der Achse liegt sowohl die Last des Obergestells als die der Ladung, sie muß also hinlänglich dick seyn, um sowohl dieses Gewicht zu tragen, als auch den Stößen, welche die Unebenheiten der Straße verursachen, zu widerstehen. Es ist aber sehr wichtig dem Theile der Achse, welcher die Nabe berührt, keine größere Dicke als die zum Tragen der Last erforderliche zu geben, weil die Reibung zwischen der Achse und den Naben den Quotienten des innern Durchmessers der Nabe durch den Durchmesser des Rades proportional ist.

Wenn also an zwei Rädern die Durchmesser 6 und $5'$, die Durchmesser ihrer Naben aber $2\frac{1}{4}$ und $3''$ wären, so verhielten sich die Reibungen wie $\frac{24''}{6'} : \frac{3''}{5'}$ oder wie $5 : 8$, sie ist also bei dem zweiten Rade beinahe doppelt so groß, als bei dem ersten. Da nun hölzerne Achsen eine viel größere Dicke haben müssen, um gleichen Widerstand zu leisten als eiserne, so sind diese vorzuziehen. Die eisernen Achsen werden daher jetzt allgemein bei Personenfuhrwerk und zum Theil bei Frachtwagen angewendet.

§. 9. Die lichte Entfernung der Räder, wenn sie möglichst nach der Mittelachse gedrückt sind, wird die Spur- oder Geleiseweite genannt; sie darf bei hoch bepackten Fuhren nicht zu klein seyn, weil sie sonst leicht umfallen, aber auch nicht zu groß, weil die Fuhrwerke sich in den engen

Straßen mancher Städte und Dörfer nicht ausweichen könnten, und auch die Fahrbahn der Straßen eine verhältnißmäßig größere Breite haben müßte.

Die zweckmäßigste Spurweite ist nach der Erfahrung:

für schweres Frachtfuhrwerk . .	5′ 6″ bis 6′ 0″
für 2rädrige Personenfuhren . .	4 6 bis 5 0
für 4rädrige dergleichen	4 3 bis 4 6.

Aeltere Schriftsteller halten für nützlich, in jedem Lande nur eine einzige Spurweite zu dulden. Dieses mag für schlechte Wege mit ständigen Geleisen gut seyn, denen man mit der nämlichen Spurweite allerdings besser folgen kann. Auf glatten Straßen und guten Gemeindewegen nützt sie aber dem Fuhrwerke nichts, und schadet der Fahrbahn, die öfter an der nämlichen Stelle von dem Fuhrwerke berührt wird.

§. 10. Ueber die Frage, ob Karren oder Wagen zum Frachtfuhrwesen brauchbarer seyen, war man früher nicht einig; jetzt ist allgemein angenommen, daß nur für schlechte Gebirgswege, deren starke Krümmungen man mit Wagen nur schwierig befährt, Karren besser seyen, daß aber in jedem andern Falle die Wagen aus folgenden Gründen den Vorzug verdienen:

a. Die Ladung eines Karren wird so gepackt, daß ihr Schwerpunkt bei horizontaler Stellung senkrecht über der Achse liegt. Fährt man nun Bergauf, so fällt der Schwerpunkt hinter die Achse, und das Scheerenpferd muß einen Theil seines Gewichtes verwenden, um der Last das Gleichgewicht zu halten. Das eigne Gewicht ist ihm aber gerade in diesem Falle am nöthigsten, wo es sich mit den Hufen in die Fahrbahn einklammern muß, um den Karren aufwärts zu ziehen. Deswegen setzt sich der Fuhrmann im Steigen manchmal auf dasselbe, um ihm mehr Gewicht zu geben. Wenn der Karren bergab geht, so fällt der Schwerpunkt vor die Achse, und das Scheerenpferd trägt einen Theil der Last auf seinem Rücken. Da es allein das

Fuhrwerk aufhalten muß, so leiden seine Sprunggelenke ungemein; diese Pferde werden daher viel eher unbrauchbar als andere.

b. Die Karren erfordern auch eine größere Zugkraft als die Wagen. Wenn nämlich ein Karrenrad über eine Unebenheit gehen soll, so muß die darauf ruhende Last, also die Hälfte des Gewichts der Ladung, darüber gehoben werden. Geht aber ein Wagenrad über diese Unebenheit, so ist nur ein Viertheil der Ladung darüber zu heben. Wenn man auch annimmt, daß das Hinterrad ebenfalls über die nämliche Unebenheit gehn muß, was aber meistens nicht geschieht, weil sich der Wagen an solchen Stellen etwas verrückt, so muß zwar auch zweimal ein Viertheil oder die Hälfte der Last gehoben werden, allein es geschieht nach und nach, und es ermüdet weniger ein Pferd, zweimal hintereinander 1000 Pfund zu heben, als einmal 2000 Pfund. Es läßt sich aber nicht einmal annehmen, daß das Heben des Hinterrades über geringe Unebenheiten, als Staub und Schlamm oder kleine Steine, die nämliche Kraft als das Vorderrad erfordert, weil dieses schon dieselben nieder- oder auf die Seite gedrückt hat, und das Hinterrad dann auf einer glätteren Bahn geht.

c. Der Unterschied der Zugkraft ist so groß, daß auf rauhen Wegen ein vierspänniger Karren erforderlich ist, um eine Last fortzubringen, die man mit einem dreispännigen Wagen fahren kann. Sogar auf glatten Straßen ist der Unterschied von wenigstens einem Sechstheile.

d. Auch für die Erhaltung der Straßen ist der Gebrauch der Wagen viel günstiger, weil jedes Rad auf die Straße nur mit der Hälfte des Gewichtes drückt, welche bei einem Karren von gleicher Belastung auf dieselbe wirkt, und die Fahrbahn also weniger verdorben wird.

§. 11. In dieser Beziehung ist es überhaupt von der größten Wichtigkeit, daß die Lasten so viel als möglich vertheilt auf die Straßen wirken, denn jeder auf der

Fahrbahn liegende Stein, der durch ein, mit einem gro=ßen Gewichte beschwertes Rad gedrückt wird, würde dem Drucke von vielleicht hundert auf einander folgenden Rä=dern, deren jedes mit einem Sechstheil dieser Last beschwert wäre, widerstehen. Es könnte also eine mehr als sechszehn=mal größere Last mit leichtem Fuhrwerke auf der Straße gefahren werden, ohne daß sie mehr als von einem einzigen schweren Wagen beschädigt würde.

Die schädliche Wirkung des schweren Fuhrwerks zeigt sich noch deutlicher, wenn man den Widerstand betrach=tet, den das Straßenmaterial zu leisten im Stande ist. Ein Kubikzoll sehr harten Basalts wird von einem Drucke von 12000 Pfund, welcher ohne Stoß auf ihn wirkt, oder wenn ein Stoß mitwirkt, durch einen Druck von 8000 Pfund zermalmt. Jedes mit 8000 Pfund belastete Rad, also eins von einem Karren mit 160 Zentner La=dung, wird diesen Kubikzoll Basalt, wenn es darüber geht, zermalmen, da hingegen, der Erfahrung nach, sehr viele Räder von Wagen, die mit 40 Zentner beladen, darüber gehn, und nur die Ecken etwas abrunden, oder ihn in die Fläche der Straße um etliche Linien eindrücken. Bei Steinen von einer mittleren Härte, als fester Marmor=kalk, wird der Kubikzoll von einem Drucke ohne Stoß von 4000 Pfund, und von einem Drucke mit Stoß von 3000 Pfund zermalmt. Ein solcher frei auf der Straße liegen=der Stein wird also vom Rade eines Karren von 60 Zent=ner oder eines Wagens von 120 Zentner Ladung zer=drückt. Der weichere Flötzkalk und der Sandstein tragen auf den Kubikzoll nicht einmal 2000 Pfund. Es ist also nicht auffallend, daß Straßen, welche aus Mangel eines bessern mit solchem Materiale unterhalten, und von schwe=rem Frachtfuhrwerke befahren werden, den größten Theil des Jahres in sehr schlechtem Stande sind.

Diese Betrachtungen gelten zwar nur für das Ma=terial, welches lose auf der Straße liegt, und der Scha=

den wird dem mehrere Zoll hoch aufgeschütteten oder schon festgefahrenen Materiale allerdings geringer seyn, allein dennoch werden alle dem Drucke besonders ausgesetzten Steine zermalmt werden.

Cordier erzählt in seinen Essais sur la construction des routes, Lille 1823, daß er in der Nähe von Lille einen mit ungefähr 200 Zentnern beladenen Wagen begleiten, und die Quantität Material, welche in einem Tage von dessen Rädern zermalmt wurden, aufnehmen ließ. Der Schaden betrug nicht weniger als 500 Franken. — Wenn man bedenkt, daß das Material in dortiger Gegend nicht sehr hart und dabei theuer ist, so erscheint diese Angabe gar nicht übertrieben, und doch war dieser Wagen keiner der schwersten, da man deren in Frankreich von 220 bis 240 Zentner Ladung antrifft.

Die Fuhrleute selbst haben bei solchen ungeheuren Ladungen keinen Gewinn. Blos an Knechten wird einiges, jedoch nur unbedeutend erspart, wenn die Gesetze erlauben, daß mehr als 4 Pferde von einem einzigen Führer geleitet werden. Weil aber das Gewicht des Wagengestells mit der darauf zu bringenden Last wächst, und 8 bis 10 Pferde unmöglich in so gleichem Zuge gehalten werden können, als 3 oder 4, so ziehen die schwersten, also im Ankaufe und in der Unterhaltung die theuersten Pferde nur 17 bis 18 Zentner jedes auf solchen häusergleichen Wagen, während 4 leichtere Pferde auf einem zweckmäßig gebauten leichtern Wagen jedes 20 Zentner fortbringen.

Alle Sachverständige sind daher einstimmig der Meinung, daß es für die Verminderung der Zugkraft und die Erhaltung der Straßen nöthig ist, keine größere Belastung als 20 Zentner auf das Rad zu gestatten, so daß also mit Karren nicht mehr als 40, und mit Wagen nicht über 80 Zentner fortgebracht werden dürften.

§. 12. Die Anwendung der Stahlfedern ist bei allen

Arten von Fuhrwerken höchst vortheilhaft. An Personenwagen sind sie der sehr fühlbaren Bequemlichkeiten wegen schon längst eingeführt; allein auch bei Frachtwagen sind sie zur bessern Erhaltung der Ladung und Verminderung der Zugkraft, besonders auf holprigen Wegen, sehr nützlich, weshalb man auch in England und Frankreich angefangen hat, sie auch bei diesen anzuwenden.

Edgeworth schlägt in seinem Essay on the construction of roads and carringes London 1817, hölzerne Federn, welche auf den Achsen befestigt sind, und das Obergestell tragen, auch für Bauerkarren vor.

Der nämliche Schriftsteller hat durch Versuche gefunden, daß, wenn 2 gleich beladene Fuhrwerke, das eine mit und das andere ohne Federn, sich auf einer holprigen Straße mit einer Geschwindigkeit von $\frac{3}{4}$ Meilen in der Stunde fortbewegen, die nöthigen Zugkräfte sich wie 2 : 3, und bei einer Geschwindigkeit von $1\frac{1}{10}$ Meile in der Stunde wie 1 : 2 verhalten. Auf ebenen Straßen ist aber der Unterschied viel geringer.

§. 13. Die Zuglinie oder die Richtung der Zugstränge soll bei Fuhrwerken, welche auf guten Straßen gehen, parallel mit der Straße seyn, auf schlechten Wegen aber vom Wagen aus etwas ansteigen, damit die Räder desto leichter aus Löchern oder über Hindernisse gehoben werden können.

Bei Pferden von mittlerem Schlage werden sie gewöhnlich an den Wagen

auf guten Straßen	3′ 0″
auf gewöhnlichen Wegen . .	2 10
auf schlechten, bergigen Wegen	2 8

hoch befestigt.

Diese Neigung der Zugstränge hat außerdem den Vortheil, daß die Zuglinie sich mehr der senkrechten auf die Kummete nähert, und also die Schulterblätter der Pferde weniger gedrückt werden.

§. 14. Man glaubt ziemlich allgemein, daß die Wagen besser folgen, wenn sie kurz gestellt und kurz bespannt sind, oder mit andern Worten, daß es den Zug erleichtere, wenn die Vorderräder den Hinterrädern so nahe als möglich, und die Zugstränge sehr kurz sind, aber beides mit Unrecht.

Wenn die Räder sehr nahe beisammen stehen, so legt sich, bei dem Durchfahren einer Mulde oder sonstigen Vertiefung, ein großer Theil der Last auf die Vorderräder, beschleunigt deren Geschwindigkeit, und verursacht einen heftigen Stoß des Wagens. Gleich nachher sinken die Hinterräder in die Vertiefung, und die Last legt sich wieder größtentheils auf diese. Die Pferde haben daher eine merklich größere Anstrengung nöthig, um zwei Paar kurz gestellte Räder aus einer solchen Vertiefung zu bringen, als zwei Paar lang gestellte. Nur bei schlechten und steilen Wegen kann die Verkürzung der Zugstränge von Nutzen seyn, damit der Winkel, welchen sie mit der Straße machen, größer, und das Herausziehen der Räder aus Löchern erleichtert wird.

Eben so ungegründet ist die Meinung, daß es vortheilhaft sey, das Obergestell des Wagens so hoch als möglich über die Straße zu legen. Nur die Mode, oder die Absicht, dem Ganzen mehr Elastizität zu geben, und dadurch den Mangel an Stahlfedern zu ersetzen oder deren Wirkung zu vermehren, kann zu einer solchen Einrichtung Veranlassung gegeben haben. Die Gefahr des Umwerfens bei jeder Unebenheit wird aber durch die Erhöhung des Obergestells offenbar sehr vermehrt; auch hat Edgeworth durch vergleichende Versuche mit hoch und niedrig bepackten Fuhrwerken bewiesen, daß gar kein Unterschied in der Zugkraft statt findet.

§. 15. Ein Wagen, der mit cylindrischen, hinlänglich hohen Rädern, eisernen Achsen und messingenen Buchsen, beide genau abgedreht, und mit Stahlfedern versehen

ist, wird auf einer gegebenen Straße nur zwei Drittheile, vielleicht nur die Hälfte der Zugkraft erfordern, welche zum Fortbringen eines schlecht gebauten Fuhrwerks nöthig ist, und dieser Unterschied ist allerdings so groß, daß man alle Sorgfalt auf die Verbesserung des Baues der Fuhrwerke verwenden muß; allein der gute Zustand der Straßen hat einen noch ungleich größern Einfluß auf die Verminderung der Zugkraft. Zum Fortbringen eines nach obigen Andeutungen gebauten Wagens, dessen Räder 4′ und dessen Achsen 2″ Durchmesser haben, und der mit 80 Zentner beladen ist, auf einer Geschwindigkeit von 900 Ruthen in der Stunde auf einer horizontalen Straße, wird folgende Anzahl Pferde mittlern Schlags (die Kraft des Pferdes zu 180 Pfund gerechnet), nach den Erfahrungen erforderlich seyn:

	Zahl der Pferde.
Bahnen von glattem Guß- oder Schmiedeeisen *)	$\frac{1}{3}$
Bahnen von blasigem, etwas unebnem Gußeisen	$\frac{1}{2}$
glatte, ebne Steinplatten, so wie die Wagengeleise in einigen Städten Italiens sind . . .	$2\frac{1}{2}$
vollkommen wohl erhaltenes Pflaster von behauenen Steinen	3
desgleichen von Wacken oder Gerölle mit ziemlich glatten Köpfen	$3\frac{1}{4}$
gut unterhaltene, glatt gefahrne Steinbahn auf Kunststraßen	$3\frac{1}{2}$
unebnes Pflaster von behauenen Steinen . . .	4
desgleichen von Gerölle	$4\frac{1}{2}$

*) Auf der Eisenbahn zwischen den Steinkohlengruben von Monkland und den Kanälen, welche nach Glasgow und Edinburg führen, zieht ein Pferd 8 Wagen, jeder mit 42 Zentnern Steinkohlen beladen, mithin 336 Zentner; also erfordert eine Ladung von 80 Zentnern nicht einmal $\frac{1}{4}$ Pferdekraft. Die Schienen sind von geschmiedetem Eisen. (Journ. du génie civil, 1828. Seite 416.)

	Zahl der Pferde
mit Geleisen durchschnittene Steinbahn . . .	5
mit dicken Steinen unterhaltene, also rauhe Steinbahn	6
ungebaute Wege in leichtem, sandigen Boden	10—15
desgleichen in nassem Lehmboden	15—25.

Diese Tabelle ist zum Theil aus Cordier's angeführten Werke entlehnt, und beweist:

1) daß auf schlechten Feldwegen die Zugkraft 75 mal größer als auf einer glatten Eisenbahn seyn muß;
2) daß sie auf dem besten Pflaster 9 mal, und auf der besten Steinbahn $10\frac{1}{2}$ mal größer ist, als auf einer Eisenbahn;
3) daß die Zugkraft auf einer glatten und einer holprigen, mit dicken Steinen unterhaltenen Steinbahn sich wie 7 : 12 verhält.

Diese Zahlen sprechen besser als alles Reden die Nothwendigkeit aus, in einem kultivirten Lande Kunststraßen anzulegen, und sie im besten Stande zu erhalten.

Drittes Kapitel.

Ueber Straßengefälle.

§. 16. Sieht man ein beladenes Fuhrwerk eine ohne Sachkenntniß angelegte steile Straße mit Vorspann aufwärts fahren, und bemerkt, wie die Pferde ihre Hufe in die Bahn einpressen, um den Wagen fortzubringen, wie der Fuhrmann in kurzen Zwischenräumen anhalten muß, um die athemlosen Thiere etwas verschnaufen zu lassen; sieht man ein herunter fahrendes Fuhrwerk an einem Rade, oder wenn es schwer ist, an zwei Rädern gehemmt: so wird man eine solche Straße als zu steil für das Fuhrwerk betrachten. Beobachtet man ferner, daß Pferde bei dem Heraufziehen durch das Einhauen der Hufe die

Steine aus der Fahrbahn reißen, die dann lose darauf liegen bleiben, und die nachkommenden Fuhrwerke hindern; daß die Hemmschuhe bei dem Herunterfahren das Straßenmaterial zermalmen oder die Steine herausreißen; daß das Regenwasser auf der steilen Fläche mit solcher Schnelligkeit abfließt, daß es das zu Splittern zerfahrne Material mit sich fortreißt und kleine Rinnen in die Straße wühlt: so wird man finden, daß die große Steilheit auch für die Erhaltung der Straße sehr nachtheilig ist.

Eine horizontale, völlig glatte und feste Straße wird zwar die geringste Zugkraft erfordern, allein sie ist, da das Wasser nicht abziehen kann, beständig feucht. Das Straßenmaterial, welches in der Nässe nicht fest gebunden ist, zerdrückt sich leicht, und wird zu Koth, welcher die Zugkraft eben so, wiewohl in viel geringerem Maaße vermehrt, als die steilen Straßen.

Auch nimmt man ziemlich allgemein an, daß die Zugthiere eher ermüden, wenn sie beständig auf einer horizontalen Ebene gehen, als auf sanft geneigten Flächen, welche abwechselnd steigen und fallen. Im erstern Falle behalten sie den ganzen Tag durch die nämliche Stellung, und haben mit der nämlichen Anstrengung zu ziehen, anstatt daß auf abwechselnd steigenden und fallenden Ebenen ihr Körper bei dem Ziehen in verschiedene Stellungen kommt, und sie in Zwischenräumen mehr und weniger Last zu ziehen haben. Eine horizontale Straße in großer Ausdehnung ist also für das Fuhrwerk und die Erhaltung der Fahrbahn auch nicht günstig.

§. 17. Es entstehen hieraus zwei Fragen:

1) welches zur Erhaltung der Straßen das vortheilhafteste, und

2) welches das stärkste denselben zu gebende Gefälle sey.

Zur Beantwortung der ersten Frage dienen folgende Beobachtungen.

Im Jahre 1817 stellte ich die Strecke von Simmern nach

nach Kirchberg, auf der Straße von Mainz nach Paris her, welche seit 24 Jahren nicht unterhalten worden, und daher größtentheils in schlechtem Stande war. Die Anfahrt von Kirchberg fiel mir wegen der Ungleichheit des Zustandes ihrer einzelnen Theile besonders auf; sie steigt aus einem Thale steil auf die Wasserscheide, folgt dieser in einer geraden Linie von 850 Ruthen Länge, und ist der Sonne und der Luft ganz frei ausgesetzt. Die Gefälle wechseln von 0 bis 16 Zoll auf die Ruthe. Die Fahrbahn war nach der (§. 62.) angegebenen ältern Methode von Quarzblöcken gebaut und mit Quarzkies beschüttet.

Die flach liegenden Theile von 0 bis 2 Zoll Gefälle auf die Ruthe waren sehr kothig, aber von den dicken Steinen der Unterlage sah man wenig oder gar nichts. So wie das Gefälle sich vermehrte, verschwand der Koth immer mehr, ohne daß die Steine der Grundlage mehr zu Tage gelegen hätten. Zwischen 3 bis 4 Zoll Gefälle war kein Koth mehr zu sehen, ohne daß mehr Steine der Grundlage sichtbar gewesen wären. Bei stärkeren Gefällen, bis zu 8 Zoll auf die Ruthe, zeigten sich die untern Steine merklicher, und die Köpfe derselben ragten schon um 2″ hervor. Auf den noch steileren Strecken, von 8 bis 16 Zoll Gefälle, wurde die Straße immer unebner, aller Kies war weggerissen, und die Steine standen bis zu 6 Zoll Höhe heraus.

Eine ähnlich gebaute und eben so lange vernachlässigte Strecke der nämlichen Straße zwischen Stromberg und Rheinböllen, im engen Thale des Güldenbachs, welches zwischen 600 und 1200 Fuß tief eingeschnitten ist, und daher nur wenig Luftzug und Sonnenschein hat, ließ ich in den Jahren 1815 und 1816 herstellen. Dort hatten die am besten erhaltenen Stellen ein größeres Gefälle, nämlich von 5 bis 6 Zoll auf die Ruthe.

Aus ähnlichen Beobachtungen auf andern Straßen, welche ungefähr die nämlichen Resultate gaben, schließe ich,

daß zur Erhaltung der Straßen die beste Neigung bei freier Lage von 3 bis 4 Zoll, und in engen Thälern von 5 bis 6 Zoll auf die Ruthe ist. Diese Neigungen sind aber zu stark, als daß man sie da anwenden könnte, wo es nicht gerade Absicht ist zu steigen, denn nur leichte oder stark bespannte Postchaisen können auf solchen Neigungen höchstens 150 Ruthen weit im Trabe aufwärts gefahren werden. —

Das anzunehmende mindeste Gefälle liegt also zwischen der horizontalen Linie und einer Neigung von 5 bis 6 Zoll auf die Ruthe; man nimmt es gewöhnlich zu $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll auf die Ruthe an, weil man bemerkt hat, daß die Straßen bei einer solchen Neigung schon ziemlich abtrocknen. In jedem nur etwas wellenförmigen Terrain sind diese Gefälle ohne besondere Erdarbeiten zu erlangen. Nur in wagerechten Ebnen, oder in weiten, ebnen Thälern, deren Thalweg weniger als $\frac{1}{200}$ Gefälle hat, wäre eine theilweise Erhöhung der Straße nöthig, um solche Gefälle zu bilden. Wenn man Straßen mit diesen Gefällen auf eine ziemliche Länge steigen, und dann eben so wieder abwärts gehen ließe, so würden die Aufschüttungen zu bedeutend (auf 50 Ruthen schon 3 bis 4′); wollte man die Gefälle aber in kürzere Entfernungen als 50 Ruthen wechseln lassen, so würde dieses der Straße eine wellenförmige Gestalt geben, die sich in einem ganz ebnen Terrain nicht gut ausnehmen würde. Unter solchen Umständen bleibt daher nichts übrig, als dem Gefälle des Terrains zu folgen.

§. 18. Zur Bestimmung des größten Gefälles können folgende Betrachtungen führen.

Die Neigung von 4 bis 5 Zoll auf die Ruthe ist die vortheilhafteste zur Erhaltung der Straßen, und zugleich so gering, daß die Zugthiere die leichten Wagen ohne alle Mühe, und die Frachtfuhren mit nur geringer Anstrengung hinaufziehen. Man darf auch die Neigung natürlich nicht

so stark annehmen, daß bei dem Abwärtsfahren irgend ein Fuhrwerk gehemmt werden muß, sondern sie sollte im Gegentheil so gering seyn, daß die Zugthiere das Fuhrwerk nicht merklich aufzuhalten haben, weil dieses die Hinterfüße der Thiere sehr angreift. Der Königl. Wegebaumeister, Herr Pr.-Lieutenant Jacobi, hat, um die Neigung zu bestimmen, auf welcher die abwärts gehenden Fuhrwerke anfangen ohne Zugkraft fortzurollen, auf meine Veranlassung vielfältige Beobachtungen gemacht, deren Resultate ich in folgender Tabelle mittheile:

Tabelle der Straßengefälle, auf welchen die Fuhrwerke ohne Zugkraft fortrollen.

Gefälle der Straße auf die Ruthe. Zoll.	Zahl der		Art der Achsen.	Gattung des Fuhrwerks			Bewegung desselben.	Zustand der Straße.	Bemerkungen.
	Pferde.	Räder.		Frachtfuhren.	ländliches Fuhrwerk	Chaisen.			
3	1	2	Holz	—	l.	—	lief von selbst, ohne Aufhalter noch Ziehen.	trocken, glatt.	
—	3	4	—	F.	—	—	desgl.	naß, glatt.	
—	2	4	—	—	l.	—	desgl.	desgl.	
—	2	4	—	F.	—	—	schwaches Ziehen, Aufhalter los.	naß, ziemlich glatt.	30 Zentner Ladung.
—	1	2	—	F.	—	—	desgl.	desgl.	
—	3	4	Eisen	F.	—	—	schwach zurückgehalten.	trocken, ziemlich glatt.	
6	3	4	Holz	F.	—	—	mäßig aufgehalten.	trocken, glatt.	
—	2	4	—	—	l.	—	schwach aufgehalten.	naß, glatt.	
—	4	4	Eisen	F.	—	—	scharf aufgehalten.	desgl.	70 Ztr. Ladg.
—	6	4	Holz	F.	—	—	desgl.	desgl.	70 " "
—	3	4	—	F.	—	—	lief von selbst.	naß, beschüttet.	45 " "
—	2	4	—	F.	—	—	er wurde noch gezogen.	desgl	30 " "
8	2	4	Eisen	F.	—	—	gehemmt, schwach gezogen.	naß, glatt.	40 " "
—	3	4	Holz	—	l.	—	ohne Hemmschuh, scharf zurückgehalten.	naß, etwas beschüttet.	
9	3	4	—	F.	—	—	mit Anstrengung zurückgehalten.	trocken, glatt.	34 " "
—	3	4	—	—	l.	—	gehemmt, schwaches Aufhalten.	naß, glatt.	
—	2	4	—	F.	—	—	desgl.	desgl.	

Gefälle der Straße auf die Ruthe. Zoll.	Zahl der Pferde.	Zahl der Räder.	Art der Achsen.	Gattung des Fuhrwerks: Frachtfuhren.	Gattung des Fuhrwerks: ländliches Fuhrwerk.	Gattung des Fuhrwerks: Chaisen.	Bewegung desselben.	Zustand der Straße.	Bemerkungen.
9	3	4	Holz	F.	—	—	gehemmt, schwaches Aufhalten.	naß, etwas beschüttet.	45 Ztr. Ladg.
—	4	4	—	F.	—	—	gehemmt, starkes Aufhalten.	naß, glatt.	50 „ „
10	3	4	—	—	l.	—	streng aufgehalten.	naß, etwas rauh.	
—	1	2	—	—	l.	—	mittelmäßig aufgehalten.	desgl.	
—	2	4	Eisen	—	—	Ch.	sehr scharf aufgehalten.	trocken, etwas rauh.	schwer bepackt.
—	3	4	Holz	F.	—	—	schwach aufgehalten.	naß, beschüttet.	45 Ztr. Ladg.
—	4	4	—	F.	—	—	gehemmt, streng aufgehalten.	näß, glatt.	50 „ „
11	9	4	—	F.	—	—	desgl.	trocken, rauh.	
—	3	4	—	—	l.	—	ohne Hemmschuh, stark aufgeh.	naß, etwas rauh.	
—	1	2	—	—	l.	—	mittelmäßig aufgehalten.	desgl.	
—	2	4	Eisen	—	—	Ch.	mit großer Anstreng. zurückgeh.	trocken, rauh.	schwer bepackt.
—	2	2	Holz	F.	—	—	mit Schwierigkeit zurückgeh.	glatt, gefroren.	18 Ztr. Ladg.
12	2	4	—	F.	—	—	mit größter Anstrengung im kurzen Trabe.	trocken, glatt.	36 „ „
—	2	4	—	F.	—	—	mit großer Anstrengung im Schritte.	desgl.	22 „ „
—	2	4	Eisen	—	—	Ch.	im Schritte, scharf angeh.	desgl.	2 Personen.
—	4	4	—	F.	—	—	gehemmt, mit Anstrengung zurückgeh., bisweilen in kleinem Trabe.	naß, glatt.	70 Ztr. Ladg.

Es geht aus dieser Tabelle hervor, daß die Fuhrwerke

1) bei 3″ Gefälle auf einer glatten Straße schon zu folgen anfangen; nach andern Versuchen folgen gut gebaute Chaisen schon bei etwas mehr als 2″ auf die Ruthe.
2) bei 6″ Gefälle und trockner, glatter Straße das leichte Fuhrwerk schwach, das schwere aber mit Anstrengung zurückgehalten wird, auf rauher Straße aber erst von selbst läuft, oder noch gezogen werden muß.
3) bei 8″ leichtes Fuhrwerk, wenn der Hemmschuh angelegt ist, noch gezogen, ohne denselben aber auf glatter Straße scharf zurückgehalten werden muß; schweres aber, wenn die Pferde nicht ermüdet werden sollen, gehemmt wird.
4) bei 9″ und mehr Gefälle auf die Ruthe und glatter Straße die Fuhrwerke gehemmt, oder so stark aufgehalten werden müssen, daß die Pferde schnell ermüden. Auf einer rauhen oder frisch beschütteten Straße ist aber die Anstrengung noch nicht sehr beträchtlich.

Man kann also annehmen, daß, mit Beziehung auf die Straßenerhaltung und die Bequemlichkeit des Zuges, die Gefälle nicht größer als von 4″ auf die Ruthe seyn sollten.

§. 19. Es ist indessen in den meisten Oertlichkeiten nicht möglich, Straßengefälle von 4″ auf die Ruthe anzunehmen, ohne zu große Umwege zu machen. Man nimmt daher 6 Zoll auf die Ruthe für Straßen, welche von schwerem Frachtfuhrwesen, und 8 Zoll für diejenigen, die nur von leichten Fuhrwerken befahren werden, als das, aber nur selten zu wählende, stärkste Gefälle an; bei Ersteigung von größern Höhen darf ein solches Gefälle nur im untern Theile Statt finden, und muß nach oben hin,

wo die Thiere anfangen zu ermüden, immer mehr abnehmen *).

Daß es durch eine verständige Wahl der Straßenlinie möglich ist, diese starken Gefälle zu vermeiden, hat Telford bei Anlegung der Straße von London nach Irland durch Wallis bewiesen. Auf dieser durch ein sehr gebirgiges Land führenden Straße sind nur zwei Stellen, die stärkere Gefälle als 4 bis 5 Zoll auf die Ruthe haben, eine ziemlich lange Strecke mit $6\frac{1}{2}$ Zoll, und eine andere von ungefähr 50 Ruthen Länge mit $8\frac{1}{2}$ Zoll auf die Ruthe.

Zweiter Abschnitt.

Entwerfung der Straßenprojekte.

Erstes Kapitel.

Bestimmung der allgemeinen Richtung der Straßen.

§. 20. Der Hauptzweck der Straßen ist, Lasten mit dem geringsten Kraftaufwande auf Fuhrwerken fortzuschaffen. Wie die Fuhrwerke beschaffen seyn müssen, um der geringsten Zugkraft auf einer gegebenen Straße zu bedürfen, ist in den §. 7 bis 25. angeführt worden. Die Straßen selbst aber müssen möglichst kurz seyn, schwache Gefälle haben, und ihre Oberfläche muß immer glatt und fest erhalten werden.

Den zwei ersten Bedingungen wird durch das Auffinden der besten Straßenlinien genügt, die Erfüllung der letztern hängt von der Bauart der Fahrbahn und deren Unterhaltung ab, welche später betrachtet werden sollen.

---

*) Die Formeln über die Zugkraft und die Bestimmung des größten Straßengefälles s. §. 1 bis 8. des Anhangs.

§. 21. Das einfachste Mittel, die kürzeste Straßenlinie zwischen zwei Punkten zu finden, wäre in der Regel, durch diese eine vertikale Ebene zu führen *), deren Durchschnitt mit dem Terrain die Straßenlinie gäbe.

Eine solche Richtung ist aber nur auf ganz ebenem oder sehr flach hügeligem Lande annehmbar, und auch da finden sich auf größeren Entfernungen Flüsse, Sümpfe, bewohnte Orte u. s. w., welche Krümmungen veranlassen. Im Gebirge ist sie aber ganz unbrauchbar, weil die vertikale Ebene die Bergabhänge häufig nach steil ansteigenden Linien schnitte, auf welchen kein Fußgänger, also viel weniger ein Wagen fortkommen könnte.

Aus dem §. 6., worin gezeigt worden ist, daß in den Thalwegen und auf den Wasserscheiden die Linien des größten Gefälles die längsten sind, also die geringste Neigung haben, ergiebt sich, daß es vortheilhaft ist, im Gebirgslande diesen zu folgen, wenn man von einem Punkte zu einem andern mit der geringsten Steigung gelangen will. Die Straßen, welche dem Thalwege nach, oder vielmehr in der Thalebene hinziehen, heißen Thalstraßen, diejenigen, die der Richtung der Wasserscheide folgen, oder auf den Bergrücken liegen, Hochstraßen, und die, welche mit einem Gefälle von 4 oder mehr Zoll auf die Ruthe von einem Punkte nach einem höhern, und besonders diejenigen, welche von der Thalebene auf den Bergrücken führen, Steigen. Auf den meisten Straßenzügen von größerer Länge kommen diese drei verschiedenen Straßenarten zusammen vor.

§. 22. Wir werden zuvörderst die Straßen im Gebirge betrachten, deren Bestimmung am schwierigsten ist, und dann zu den Straßen in der Ebene übergehen. — Es

---

*) Wenn man nämlich die Erde, was im vorliegenden Falle hinreichend genau ist, als eine Kugel betrachtet.

sey die Straßenlinie zwischen zwei durch eine Wasserscheide getrennten Punkten zu finden, die in Thälern liegen, welche sich von der geraden Richtung zwischen den beiden Punkten nicht sehr entfernen.

Man untersucht, ob sich in der Richtung oder in einem Abstande von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ der Entfernung der Punkte eine Scheidecke von beträchtlicher Tiefe (§. 4.) vorfindet, die dann einen dritten Punkt der Straße giebt. Ist keine solche Senkung vorhanden, so wird die Wasserscheide an einem Punkte überstiegen, der sich durch die Lage der Thäler ergiebt.

Man steigt nunmehr vom ersten Punkte aus in diejenige Thäler und Seitenthäler hinauf, welche ungefähr in der geraden Richtung nach dem zweiten Punkte oder nach der Scheidecke, wenn eine solche vorhanden, liegen, bis zu einem andern, an welchem der Thalweg schon 3 bis 4″ Gefälle auf die Ruthe hat, und dessen genaue Lage in §. 37. bestimmt werden wird. Von diesem Punkte führt man die Straße mittelst einer Steige von etwas stärkerem Gefälle auf den Bergrücken, und folgt diesem durch eine Hochstraße bis auf die Wasserscheide.

Der Theil der Straße zwischen der Wasserscheide und dem zweiten Endpunkte wird durch ein ähnliches Verfahren ermittelt.

Meistens hat man keine besondere Auswahl von großen Thälern, sondern es findet sich nur eins vor, welchem man folgen kann. Unter den kleinern werden diejenigen vorgezogen, 1) welche die Lagerstätten des festesten Materials zum Baue und zur Unterhaltung der Straße, es seyen Steine oder Kies, enthalten; 2) welche nicht so enge sind, daß die Sonne während der nassen Jahrszeit sie nur wenig bescheint; 3) welche am geradesten zur Wasserscheide führen, also den geringsten Umweg verursachen; 4) deren Thalweg das geringste Gefälle hat, so daß man

der Thalstraße der Wasserscheide am nächsten kommt; und 5) in welchen die meisten oder wichtigsten bewohnten Orte liegen.

Das Auffinden dieser Lokalverhältnisse erfordert eine sorgfältige Bereisung der Seitenthäler, bei welcher man das Vorkommen der verschiedenen Gesteinarten und die Höhen der einzelnen Punkte der Thalwege mit dem Reisebarometer beobachtet, und die Resultate in die topographische Karte, deren man sich während der Reise bedient, einträgt. (§. 29.)

Es seyen nunmehr die beiden Punkte durch mehrere Wasserscheiden getrennt, oder wenn nur durch eine einzige, so mögen sich die Thäler, welche nach dieser Wasserscheide führen, zu sehr von der Richtung der beiden Punkte entfernen.

Die Auflösung dieser Aufgabe zerfällt in die Auflösung mehrerer anderen, nämlich zwei Punkte, welche durch eine einzige Wasserscheide getrennt sind, nach Anleitung des vorigen §. zu verbinden.

Es ist nothwendig, die Anzahl der zu übersteigenden Wasserscheiden möglichst zu vermindern. Man sucht daher diejenigen Thäler auf, welche dadurch umgangen werden können, daß man von einer Wasserscheide bis zur nächsten auf dem Bergrücken bleibt *). Wenn diese einmal bestimmt sind, so theilt sich das Projekt in mehrere kleinere.

Ein solches Projekt kann aber immer noch mehrere Wasserscheiden enthalten. Man sucht alsdann diejenigen Seitenthäler auf, welche ungefähr in der Richtung der

---

*) Das Umgehen eines solchen Thals verursacht immer einen Umweg, und es wird bei der Anlegung der Steigen angegeben werden, wie groß er seyn kann, wenn die beiden Linien, die eine durch das Thal und die zweite über den Bergrücken, gleich vortheilhaft seyn sollen.

beiden bestimmten Punkte liegen, und verfährt nach dem vorigen §.

Sollten sich in einzelnen Fällen keine geeigneten Seitenthäler vorfinden, so führt man die Straße sogleich mittelst einer Steige auf den Bergrücken, und verfährt dann wie vorhin.

§. 23. Zwei durch eine Wasserscheide getrennte und in Thälern liegende Punkte lassen sich auch manchmal nur durch eine Hochstraße verbinden. Man führt die Straße mittelst einer Steige auf den Bergrücken, folgt diesem bis in die Nähe der Wasserscheide, sucht dort den niedrigsten Punkt auf, durch welchen man die Straße führt, und zieht dieselbe dann auf die nämliche Art nach dem zweiten Endpunkte.

Es ist nun, um die Frage allgemeiner zu stellen, angenommen, daß die Endpunkte in Thälern liegen; wenn der eine oder beide auf dem Bergrücken liegen, so fallen eine oder zwei Steigen weg.

§. 24. Im Allgemeinen haben die Thalstraßen folgende Vorzüge vor den Hochstraßen.

1) In den Thälern liegen gewöhnlich die größten und meisten bewohnten Orte, die Fabriken und Hüttenwerke, sie enthalten beinahe alles, was den Handel am meisten belebt. Eine durch ein solches Thal führende Straße nützt also, außer ihrem Hauptzwecke, die beiden Endpunkte zu verbinden, auch wesentlich dem innern Verkehr. Das Durchreisen schöner, fruchtbarer Thalgegenden, in denen die Dörfer nahe an einander liegen, und jedes Bedürfniß leicht befriedigt werden kann, ist viel angenehmer, als eine Reise auf Hochstraßen, an welchen man oft Meilenweit kein Haus trifft.

2) Sie steigen unmerklich, sind also bequemer fahrbar, als die häufig steigenden und fallenden Hochstraßen.

3) Das Material zu ihrem Baue und ihrer Unter-

haltung findet sich gewöhnlich in den Thalwänden und dem Thalwege, also in der Nähe der Straße, während es zu Hochstraßen gewöhnlich aus größerer Entfernung geholt werden muß.

Ihre Nachtheile sind folgende:

1) Sie sind dem freien Luftzuge nicht so ausgesetzt als die Hochstraßen, trocknen daher schwer, und erfordern mehr Unterhaltungsmaterial.

2) Die Kunstarbeiten, als Brücken, Kanäle, Futtermauern gegen steile Bergabhänge, Schutzwerke gegen die Angriffe des dawider stoßenden Wassers kosten viel mehr, als die Anlegung und Unterhaltung der einfachen Kanäle der Hochstraßen. Die Reparatur des Schadens, welchen eine einzige hohe Fluth eines reißenden Gebirgswassers an einer kurzen Strecke der Thalstraße verursacht, kostet manchmal mehr, als die jährliche Unterhaltung von 20 Meilen Hochstraßen.

3) Sehr hohes Wasser, über dessen Stand aus andern Gründen die Straße nicht gelegt werden konnte, unterbricht mitunter die Kommunikation.

4) Wenn die Thalebne nicht breit ist oder niedrig liegt, und die Straße also zum Theil in den Bergabhang gelegt werden muß, so kosten die Erd- und Felsenarbeiten weit mehr, als die der Hochstraßen.

5) Das zur Anlegung der Thalstraßen anzukaufende gute Ackerland, die Wiesen und Weinberge kosten beträchtlich mehr als das geringere Land auf den Bergrücken.

Es folgt daraus, daß die Thalstraßen für den innern Verkehr, zur Verminderung der Zugkraft und der Bequemlichkeit der Reisenden viel vortheilhafter als die Hochstraßen sind, daß ihre Erbauung und Unterhaltung aber mehr, ja manchmal sehr viel mehr kostet. In jedem besondern Falle kann jedoch nur eine genaue Prüfung, in wie weit obige Vortheile und Nachtheile in größerem oder

geringerem Maße eintreten, entscheiden, welche von zweien möglichen Richtungen den Vorzug verdient.

Die Thalstraßen sind nur im Gebirgs- und höhern Hügellande besonders anwendbar. Im flacheren Hügellande, wo nur geringe Höhen vorkommen, wo die Thäler meistens feucht und oft morastig sind, die bewohnten Orte auf der Höhe liegen, die Bäche keinen Kies mehr führen, und das Gestein der Bergabhänge mit einer hohen Erdschichte bedeckt ist, fallen die Vortheile der Thalstraße weg, und die Hochstraßen sind dann in der Regel die zweckmäßigsten. Die Straßenlinie wird auf die nämliche Art aufgesucht, wie dieses bei der Projektirung der Hochstraßen weiter unten gezeigt werden wird.

§. 25. Die Umwege, welche die durch Ebenen laufende Straßen machen, sind gewöhnlich sehr gering. Wenn man annimmt, daß die einzelnen Richtungen wie in Fig. 13 liegen, und einen Winkel von 15° mit der Hauptrichtung machen, so beträgt der Unterschied der Längen, wenn die gerade Linie als Einheit angenommen wird, doch nur 1 bis cos. 15°, oder ungefähr 3 Prozent, meistens aber nur 1 bis 2 Prozent.

Hochstraßen, welche ungefähr der Richtung der Wasserscheiden folgen, machen schon stärkere, aber immer noch keine sehr bedeutende Umwege. In Fig. 14., worin schon ziemlich starke Krümmungen vorkommen, ist der Umweg von 8 p.C. Bei den Thalstraßen wird er dadurch, daß man, wenn man sich der Wasserscheide nähert, den Verästungen der kleinern, sich beinahe senkrecht schneidenden Thäler folgen muß, gewöhnlich am stärksten, und beträgt in Fig. 15. 24 p.C. und in Fig. 16. sogar 47 p.C. Ein solcher Unterschied erscheint, wenn man die Strecke für sich allein betrachtet, allerdings bedeutend, hat aber doch im Ganzen keinen beträchtlichen Einfluß, weil die Strecken selbst, mit der ganzen Länge des Straßenzugs verglichen, immer klein sind.

Die größeren Thäler haben, zwar selten im Hochgebirge, aber desto öfter im Mittelgebirge und höheren Hügellande, auf einer großen Länge so beträchtliche Krümmungen, daß die Länge des Thalwegs zwischen zwei Punkten doppelt so groß als die gerade Linie zwischen den beiden Punkten ist; alsdann sind allerdings Thalstraßen nicht mehr ausführbar. — Die geraden Linien, welche in den Figuren 13 bis 16 gezeichnet sind, geben nur die Hauptrichtungen der einzelnen Straßenzüge an. Diese haben auch noch viele Krümmungen, welche indessen zusammen selten über 2 p.C. länger als die geraden Linien zwischen den beiden Endpunkten sind.

Eine gefundene Straßenlinie von 20 bis 30 Meilen, welche, durch ein Gebirgsland gehend, einen Umweg von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{7}$ p.C. macht, ist noch anwendbar. Die meisten vorhandenen Straßen machen Umwege von ungefähr $\frac{1}{5}$ p.C.

Diese Umwege hat man bei den frühern, ohne Sachkenntniß gemachten Anlagen sehr sorgfältig dadurch vermieden, daß man die Straßen in schnurgeraden Linien über Berg und Thal führte, anstatt den nahe daran liegenden Thälern zu folgen. Man findet eine Menge Beispiele, daß sie durch ein Gebirge von 1000 bis 1600 Fuß Höhe geführt wurden, wo man, sobald ein Berg erstiegen ist, wieder in ein Thal hinunter, dann wieder bergauf und so fort bis zum Ende führt, während parallel mit dieser Richtung größere Flußthäler liegen, worin die Straße ohne irgend eine Steige, aber mit einem Umwege von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ p.C., mit der Hochstraße verglichen, hätte geführt werden können.

§. 26. Einige Beispiele werden die Lehren über die Bestimmung der allgemeinen Richtung erläutern.

Es stelle das Blatt 2. einen Auszug aus der topographischen Karte eines Landes, ungefähr 600 Quadratmeilen groß, vor, worin bloß die Thalwege, mit Ausschluß der kleinen Schluchten und einige Höhen über der

See, sowohl der Wasserscheiden als einzelner Punkte der Thalwege eingetragen sind. Die Höhen zeigen, daß das Terrain im Ganzen Gebirgsland ist, und nur ein kleiner Theil zwischen den Punkten 1. 55 und 38. aus Hügellande besteht.

Der Raumersparung wegen ist ein kleiner Maßstab von ungefähr $\frac{1}{160000}$ gewählt worden; in der Ausführung benutzt man natürlich die vorhandenen topographischen Karten in ihrem größern Maßstabe von $\frac{1}{20000}$ oder $\frac{1}{30000}$, welche alle Gegenstände deutlich darstellen, und worin auch die Entfernungen ziemlich annähernd abgegriffen werden können.

1) Die Punkte 1 und 2, welche durch eine Wasserscheide getrennt sind, und so liegen, daß sich Thäler ungefähr in der geraden Richtung vorfinden, seyen durch eine Straße zu verbinden.

Man sucht zuvörderst eine Scheidecke auf der Wasserscheide in der geraden Richtung oder ein wenig abwärts, und findet in dem Punkt 3, welcher 3200′ hoch, also beträchtlich niedriger als der übrige Theil der Wasserscheide liegt, einen dritten Punkt der Straße. Vom Punkte 1 aus folgt man hierauf den Thälern in der Richtung nach 3, in der Linie 1 — 55 — 22 — 34 — 56. Am letzten Punkte, wo das Gefälle des Thalwegs anfängt von 4″ auf die Ruthe zu werden, verläßt man das Thal, führt die Straße durch eine Steige auf den Bergrücken (§. 45.), und folgt diesem bis zur Wasserscheide in 3. Von 2 nach 3 wird die Straße auf die nämliche Art durch das Thal 2 — 57 — 58, dann mit einer Steige auf den Bergrücken, und darauf bis zum Punkte 3 geführt, so daß also 1 — 55 — 22 — 34 — 56 — 3 — 58 — 57 — 2 die verlangte Straßenlinie ist. Sie hat nach der Karte 23 Meilen, die gerade Richtung aber $20\frac{3}{4}$ Meilen Länge; also ist der Umweg der Hauptrichtungen ungefähr $\frac{1}{9}$.

2) Es seyen die Punkte 1 und 4 zu verbinden.

In der geraden Richtung findet sich keine Scheidecke vor, in einigem Abstande hingegen die Punkte 3 und 6. Durch den Punkt 3 können zwei Linien von 1 nach 4 geführt werden, die erste nach der im vorigen Beispiele ermittelten Linie 1—55—34—3—57—2, und von 2 im Thale nach 4; sie hat eine Länge von 31 Meilen, die zweite nach der nämlichen Richtung bis zu 3, dann aber durch die Thäler, welche nach 4 ziehen, bis 59; von da aus kann man entweder das Thal verfolgen, oder man führt die Straße mittelst einer Steige auf den Bergrücken, verfolgt diesen durch 60 bis über 4, und führt die Straße durch eine Steige nach 4. Die erste Linie hat 6 Meilen Länge, die zweite nur $4\frac{1}{2}$ Meile, aber außerdem eine Steige von einer Höhe = 970 — 630′ oder von 340′, ist also nach §. 46. vorzuziehen, wenn nicht andere in §. 29. angegebene Umstände die Annahme der erstern veranlassen. Die zweite Richtung durch 3 ist also 1—55—34—3—59—60—4, und hat eine Länge von $30\frac{3}{4}$ Meilen.

Die erste Linie hat 31 Meilen, die zweite zwar nur $30\frac{3}{4}$, aber eine Steige von 340′; die erste wäre daher, wenn übrigens die sonstigen Umstände gleich sind, vorzuziehen.

Durch den Punkt 6 können ebenfalls mehrere Linien geführt werden.

a) Folgt man dem Hauptthale bis 8, von da den Seitenthälern über 16 und 61 nach 6, und geht dann 62 durch die Thäler nach 4. Diese Linie hat eine Länge von $33\frac{3}{4}$ Meilen.

b) Von 1 geht man im Thale bis 63 fort, hier zeigen sich zwei Richtungen, 1) durch eine Steige auf den Bergrücken über 65 nach 64, 2) durch das Thal über 55 in das Seitenthal über 23 nach 64. Die erstere ist $8\frac{3}{4}$, die zweite $9\frac{3}{4}$ Meilen lang. Der Umweg ist also von 1 Meile, da die erstere aber eine Steige von 1390 — 440′ oder 950′ hat, und der Unterschied der Längen nur un-

ungefähr $\frac{1}{9}$ beträgt; so wird die Thalstraße vorzuziehen seyn. —

Von 64 nach 6 sind wieder zwei Linien möglich, die eine in's Thal nach 65 hinab, welchem man über 61 nach 6 folgt, die andere aber auf dem Bergrücken über 66 bis nach 6. Die erstere hat 8 Meilen Länge und eine Steige von 1140 — 630 oder 510′, die andere $7\frac{1}{2}$ Meilen Länge. Da diese aber durch ein rauhes Hochland geht, so wird die erstere dennoch vorzuziehen seyn.

Von 6 folgt man der Linie 6 — 62 — 4, wie in der vorigen Richtung.

Als zweite Richtung hätten wir also die Linie 1 — 63 — 55 — 23 — 64 — 65 — 61 — 6 — 62 — 4, welche eine Länge von $34\frac{3}{4}$ Meilen und bei 64 eine Steige von 510′ hat.

Mit der ersten Linie 1 — 8 — 16 — 61 — 6 — 62 — 4, welche $33\frac{3}{4}$ Meilen Länge und keine Steige hat, verglichen, findet sich ein Umweg von 1 Meile und eine Steige von 510′. Diese ist daher vorzuziehen. Es bleibt also nur noch zwischen den beiden Linien 1 — 55 — 34 — 3 — 57 — 2 — 4 und 1 — 8 — 16 — 61 — 6 — 62 — 4 zu wählen. Beide haben außer der Ueberschreitung der Wasserscheide keine Steigen. Die eine ist 31 Meilen lang, die andere $33\frac{3}{4}$, und erstere ist um so mehr zu wählen, da die Scheidecke bei 3 um 3600 — 3200 oder 400′ tiefer liegt.

Es seyen ferner zur Anwendung des §. 22. die Punkte 9 und 10 zu verbinden, welche durch mehrere Wasserscheiden getrennt sind.

Man folgt dem bei 9 ausmündenden Seitenthale, und steigt auf den Bergrücken, den man bis 14 folgt. Von hier aus können zwei Richtungen genommen werden: entweder man steigt von 14 in das Thal nach 13 hinunter, dann wieder herauf, überschreitet den Bergrücken, geht mit einer Steige nach 10, und erhält eine Länge von

$2\frac{1}{2}$ Meile und eine Steige von 1320—880 oder 440′ Höhe; oder man umgeht das Thal, führt die Straße auf dem Bergrücken über 15 fort, und dann mit einer Steige nach 10. Diese Linie hat etwas über 3 Meilen Länge, auch hat die Steige von 10 nach 15 1450—630 oder 820′ Höhe, da auf der andern Richtung von $2\frac{1}{2}$ Meilen die Steige von 10 aus nur 1260—630 oder 630′ hat.

Die Richtung 9—14—13—10 ist also vorzuziehen.

3) Es seyen die Punkte 10 und 16 zu verbinden, bei welchen die Thäler nicht in der Richtung liegen.

Zwischen 10 und 30 sind drei verschiedene Linien vorhanden.

a) Die Thalstraße zwischen 10 und 30 von einer Länge von $9\frac{1}{4}$ Meile.

b) Eine Strecke Thalstraße von 10 bis 70, von da über 69 eine Hochstraße. Diese Richtung hat eine Länge von $6\frac{3}{4}$ Meilen und eine Steige von 1400—590 oder 810 Fuß.

c) Die geradere Richtung 10—17—18—69—30 von einer Länge von $5\frac{3}{4}$ Meilen und drei Steigen von 1320—620 oder 700′, 1140—750 oder 390′ und 1400—590 oder 810′.

Die erste ist um $2\frac{1}{2}$ Meilen länger als die zweite, und diese also, ungeachtet sie eine Steige von 810′ Höhe hat, nach §. 38. vorzuziehen. Die dritte ist um eine Meile kürzer als die zweite, hat aber zwei Steigen, eine von 700 und die andere von 390′, mehr.

Nach §. 38. würden sich die Vortheile bei einer Straße für Frachtfuhrwerk ungefähr gleichstellen, also wäre die zweite Richtung, welche ebener ist, zu wählen. Für Straßen, die von leichtem Fuhrwerke befahren werden, dürfte der Umweg, der beiden Steigen von 700 und 390′ wegen, zwar nur von ungefähr 900 Ruthen seyn, der Unterschied von einer Meile wäre also um 1100 Ruthen zu groß. Da 1100° aber nur ungefähr $\frac{1}{11}$ des Ganzen betragen, so

wird man auch für leichtes Fuhrwerk die Linie 10—70—69—30 vorziehen.

Zwischen 30 und 16 kann nur die Linie 30—71—16, welche eine Meile lang ist und eine Steige von 1100—580 oder 520′ hat, gewählt werden, weil die andere, den Thälern nach, eine Länge von 2 Meilen hätte. Vortheilhafter wäre die Richtung 69—72—16, welche bei einer Länge von $2\frac{1}{2}$ Meilen nur um $\frac{1}{2}$ Meile länger als 69—30—71—16 ist, und die Steige von 520′ bei 71 nicht hat.

Die Linie 10—70—69—72—16 wäre also als die Straßenlinie anzunehmen.

4) Durch die Punkte 8 und 22 sey eine Straßenlinie zu ziehen.

Von 8 nach 64 hat man die Wahl zwischen zwei Linien. Die erstere im größern Seitenthale bis bei 68, und dann im kleinern Thale in der Nähe von 64, sie ist $4\frac{3}{4}$ Meilen lang; die andere nur 4 Meilen lange im kleinen Seitenthale bei 8 aufwärts, dann auf dem Bergrücken nach 64 fortgeführt, wird vorzuziehen seyn, wenn nicht sonstige Umstände die Wahl der Thalstraße veranlassen. — Von 65 nach 73 findet keine Wahl statt. — Von 73 aus kann man entweder das Thal bei 25 durchschneiden, oder es durch den Punkt 74 umgehen. Beide sind ungefähr gleich lang, also die Linie 73—74—22 vorzuziehen.

Die gesuchte Linie ist demnach 8—65—23—73—74—22.

5) Die Punkte 16 und 26 zu verbinden.

Die gerade Richtung schneidet 6 Thäler, ist also nicht anzunehmen.

a) Die Linie, welche nächst dieser am geradesten ist, geht von 16 über 71 in's Thal nach 30, folgt diesem, steigt dann zum Punkte 29, von da in's Thal nach 28 hinab, dann noch durch die beiden Thäler bei 76 und 78, und endlich über die Wasserscheide 79 in das Thal nach 26.

Zwischen 16 und 29 kann man eine andere Richtung nehmen, indem man durch das kleine Seitenthal bei 16 den Bergrücken ersteigt, und darauf auf demselben über 80 bis 29 bleibt.

Die Richtung über 30 hat $3\frac{3}{4}$ Meilen Länge und eine Steige von 1800—560 oder 1240′ mehr. — Die Linie 16—80—29 hat $3\frac{1}{2}$ Meilen Länge, ist also vorzuziehen.

Die erste Linie ist also 16—80—29—28—75—76—77—78—79—26, welche $8\frac{1}{2}$ Meilen Länge hat, und wonach 4 Höhen bei 16, 28, 76 und 78, die wir zusammen zu 520, 560, 920, 540′, also zu 2540′ annehmen wollen, zu ersteigen seyn werden.

b) Von 80 aus kann man die Thäler bei 28 und 78 umgehen, indem man die Linie über 81, 82 und 83 zieht. Sie ist also 16—80—81—82—83—26, $9\frac{3}{4}$ Meilen lang, und enthält 2 Steigen, bei 16 und 82, welche 520 und 1180, also zusammen 1700′ betragen. Jene Linie hat mithin $1\frac{1}{2}$ Meilen Länge weniger und eine Höhe von 840′ Steigen mehr, ist mithin nach §. 38. vorzuziehen.

c) Man könnte von 16 aus dem Thale über 65 bis 84 folgen, und von da sich mit der zweiten Linie in 81 verbinden. Diese Richtung hätte 11 Meilen Länge und 2 Steigen, bei 84 und 82, von 1210 und 1180′, also zusammen 2390′ Höhe. Sie ist $2\frac{1}{2}$ Meilen länger und hat nur 150′ Höhe an Steigen weniger als die erste Linie. Wenn es also nicht von besonderer Wichtigkeit ist, dem Thale 16—65—84 zu folgen, so steht sie der Richtung a nach, und 16—71—80—29—28—75—76—77—78—79—26 wäre als Straßenlinie anzunehmen.

Auf eine ähnliche Art würde die Straßenlinie zwischen 26 und 31 gesucht.

Zur Anwendung des §. 23. auf den Fall, daß zwei

Punkte durch eine Hochstraße zu verbinden sind, sey eine Straße durch die Punkte 8 und 10 zu führen.

Von 10 aus steigt die Straße auf den Bergrücken, und folgt diesem bis 66; von da geht man entweder mittelst einer Steige durch das kleine Seitenthal über 67 in das Hauptthal bis zum Punkte 8, was eine $3\frac{1}{4}$ Meilen lange Straße giebt, oder man verfolgt den Bergrücken, und kommt über 68 nach 8 mit einer Straßenlänge von $3\frac{1}{2}$ Meilen; oder man bleibt endlich auf dem Rücken bis in die Nähe von 8, und geht dahin mit einer Steige hinunter, was eine etwas über $3\frac{1}{4}$ Meilen lange Linie giebt. Die drei Richtungen sind an Länge so wenig verschieden, daß man diejenige wählen wird, für welche die übrigen Umstände die günstigsten sind.

§. 27. Als Beispiel einer Straße im Hügellande seyen die Punkte 1 und 38 zu verbinden.

Man könnte mit einigen Umwegen die Straße zwischen 1 und 85 beständig auf der Wasserscheide hinführen. Bei der geringen Tiefe der Thäler, wie bei 86 und 87, von 660—580 oder 80′, würden aber die Umwege bei Umgehung der Thäler mehr betragen, als nach §. 38. zulässig ist, daher die Straße in ungefähr gerader Linie quer durch dieselben fortgeführt wird.

Von 85 bis 88 sind die Thalränder ziemlich hoch (880—530 oder 350′), man folgt daher dem Thale, und geht von 88 über 89, wo der Rücken sich nach dem Thale hin schon abflächt, zum nächsten kleinen Thale, und dann über den Rücken, der nur 600—540 oder 60′ hoch ist, nach 38.

§. 28. Wir haben in den vorstehenden Beispielen nur die Richtung der Straßen und die Terrainhöhen betrachtet, um die Lage der Straße zu bestimmen. Bei der Ausführung müssen aber alle die einzelnen Umstände, welche nach §. 22. die Wahl der Thäler, oder nach §. 24. die

Wahl einer Thal- oder Hochstraße begründen, berücksichtigt werden. Wenn man diese Lokalumstände sorgfältig untersucht, und die größere und geringere Wichtigkeit derselben mit einander vergleicht, so wird manchmal eine Linie anzunehmen sein, welche von der blos durch die Richtung und die Terrainhöhen gegebenen abweicht.

Gegen das Bestreben, die Straße durch so viele bewohnte Orte als möglich zu führen, muß ich besonders bei Hochstraßen warnen. Es ist zwar nöthig, daß man in Entfernungen von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Meilen einen Ort treffe, in welchem sich die verschiedenen, einem Reisenden nöthigen Handwerker, Wirthshäuser u. s. w. finden, und man kann wohl die Straße etwas verlängern, um diesen Zweck zu erreichen; es wäre aber unvernünftig, große Umwege zu machen, und die Straße in tiefe Thäler und dann wieder aufwärts zu führen, blos um den Dörfern einigen Verkehr zu verschaffen. Wenn das Bedürfniß irgend einer Anlage fühlbar werden sollte, so werden sich bald Leute finden, die sie ihres Vortheils wegen machen.

Selten sind die Endpunkte, welche durch eine Straße verbunden werden sollen, so entfernt, als in dem ersten Beispiele angenommen wurde, sondern es sind im Voraus schon mehrere große, ungefähr in deren Richtung liegende Orte oder Städte bestimmt, wodurch die Straße zu führen ist; alsdann zerfällt das ganze Projekt in mehrere kleinere.

§. 29. Es wurde bisher vorausgesetzt, daß von dem Lande, durch welches die Straße geführt werden soll, eine topographische Karte im Maaßstabe von $\frac{1}{200000}$ oder $\frac{1}{300000}$ vorhanden sey, und wirklich sind solche Karten für den größten Theil von Deutschland entweder schon angefertigt, oder aus vorhandenen Aufnahmen leicht zusammen zu tragen.

Wenn keine Karten vorhanden sind, so bleibt, um sich diese Uebersichtskarte zu verschaffen, nichts übrig, als

das Terrain zu trianguliren. Man verbindet die beiden Endpunkte durch ein Netz von Dreiecken, deren Seiten 2 bis 3 Meilen groß sind, und welches hinlänglich breit ist, um die rechts und links von der Richtung liegenden Thäler, die zur Straßenlinie benutzt werden können, zu enthalten. In dieses Netz wird ein zweites gelegt, dessen Dreiecksseiten nur 600 bis 1000 Ruthen Länge haben. Ein solches Netz dient zur Bestimmung einzelner Punkte des obern Standes der Thalränder, und es ist nicht nöthig, daß es zusammenhängend zwischen beiden Endpunkten fortlaufe, sondern man geht von den Dreiecksseiten erster Ordnung durch solche Dreiecke nur an denjenigen Stellen aus, an welchen Thäler, die auf die Straßenanlage Bezug haben, in die Karte aufgenommen werden sollen.

Man berechnet die Abstände der Winkelpunkte dieser beiden Netze auf den Meridian, und trägt das Ganze mittelst dieser Abstände in einem Maaßstabe von $\frac{1}{20000}$ oder $\frac{1}{30000}$ auf.

Von diesen Winkelpunkten geht man dann mit dem Meßtische aus, um die Thalwege und Wasserscheiden aufzunehmen. Diese Aufnahme geht ziemlich rasch von Statten, weil man der Kleinheit des Maaßstabes wegen mit der Distanzlatte arbeiten, und viele kleine Krümmungen blos figuriren kann. Bei dieser Vermessung werden die Höhen der Thalwege und Wasserscheiden mit dem Barometer beobachtet, und die nach §. 22 und 24. nöthigen Notizen aufgenommen.

Wenn lange Thäler von den Endpunkten bis in die Nähe der einzelnen Wasserscheiden gehn, und es nicht zweifelhaft seyn kann, ob sie die zweckmäßigste Richtung der Straße geben; so ist für solche Straßen die Triangulation allerdings nicht nöthig, sondern sie kann da angefangen werden, wo die zu befolgende Richtung nach vorgenommener Bereisung des Terrains zweifelhaft bleibt. Besser ist es aber doch, um die Entfernung der Endpunkte

und die Richtung der Straße genau kennen zu lernen, das Ganze zu trianguliren.

Ueber die Netzlegung kann man Crelle's Handbuch des Feldmessens und Nivellirens, Berlin 1826, und

Netto's schon angeführte Vermessungskunde, 2ten Theil, nachlesen.

Es giebt ein kürzeres Mittel, um sich ein ungefähres Bild einer Gegend zu verschaffen, nämlich eine Art von Triangulation der bewohnten Orte, über deren Entfernung man sich, während der Bereisung des Landes zur Aufnahme der Notizen, erkundigt. Diese Entfernungen werden in übliche Wegemaße, entweder durch Wegestunden oder Meilen ausgedrückt, und nach der kürzesten Weglinie, nämlich den Fußpfaden nach, erfragt. Um sie in Ruthen zu übertragen, bemerkt man, daß die Fußpfade in der Ebene kaum 1 p.C., im Mittelgebirge 4 bis 5 p.C. und im höheren Gebirge 8 bis 10 p.C. länger als die gerade Richtung sind. Wenn man nun die Länge der Einheit des Wegemaaßes in Ruthen hat *), so kann man leicht eine Tabelle entwerfen, welche für Wegemaaße die korrespondirende Längen in Ruthen angiebt.

Man trägt hierauf zuerst die entlegenern, größern Orte durch Dreiecke nach der bekannten Länge der drei Seiten, und dann die nähern nach ihren Entfernungen zu jenen oder unter sich auf. Es ist nöthig, für jeden Punkt, außer seiner Entfernung zu den beiden andern, von welchen aus er geschnitten wird, noch die Entfernung zu einem dritten, schon fest liegenden zu ermitteln, weil man dadurch eine Versicherung über die Lage des Punktes, oder wenn sie mit der Entfernung des dritten Punktes nicht stimmt, ein Mittel zur Korrektion erhält. In diesem Handriß wird

---

*) Die Wegestunde beträgt meistens in der Ebene 1500 Ruthen und im Gebirge 1300 Ruthen.

die Lage der Thäler demnächst nach dem Augenmaaße eingezeichnet.

Dieses Verfahren ist zwar immer noch viel sicherer, als wenn man nach einer bloßen Bereisung des Landes, wie es oft geschieht, die beste Linie aufgefunden zu haben meint; man sollte es aber dennoch nur dann anwenden, wenn Zeit und Geld fehlen, um eine Netzkarte anzufertigen.

Zweites Kapitel.

Bestimmung der einzelnen Straßenrichtungen.

§. 30. Bisher wurde nur die allgemeine Richtung der Straße, nämlich der Theil der Gegend, durch welche sie zu legen seyn wird, aufgesucht; nunmehr ist noch die Lage zu finden, welche die Straße auf dem Terrain haben wird, oder nach dem technischen Ausdrucke, die Straße ist abzustecken.

Die Straßen im Gebirge und höhern Hügellande bestehen nach §. 21. aus Thal- und Hochstraßen und aus Steigen; im flachern Hügellande und den Ebenen werden sie nach den nämlichen Grundsätzen als die Hochstraßen und die Straßen in weiten Thälern angelegt.

Wir werden zuvörderst das Abstecken der Steigen, welche überall vorkommen, und dann das Abstecken der Hoch- und der Thalstraßen betrachten.

§. 31. Im §. 19. ist bereits angegeben worden, daß das größte Gefälle auf Straßen, welche von Frachtfuhren befahren werden, zu 6″ und bei andern, auf welchen nur leichtes Fuhrwerk geht, zu 8″, daß aber in der Regel das Gefälle der Steigen nur zu 4 bis 5″ anzunehmen ist.

Gewöhnlich nimmt es nach oben hin ab, so daß, wenn 8″ unten, nur 6″ oben, oder wenn 6″ unten, nur 5″ oben angenommen werden. Geringere Gefälle, von 4 bis 5″, die nicht ohne Schwierigkeit nach oben hin noch

kleiner werden können, behält man auf die ganze Länge der Steige bei.

Wenn das Gefälle aufwärts gleichmäßig abnimmt, so ist die Straßenlinie, wenn man den Grundriß der Steige auf einer geraden Linie entwickelt, und die korrespondirenden Höhen senkrecht darauf trägt, eine Parabel. (Siehe §. 11. des Anhangs). In der Ausführung besteht die Straßenlinie aber aus einem geradlinigen Vielecke, dessen Seiten eine gleichmäßig abnehmende Neigung gegen den Horizont haben.

Es reicht hin, die Linie der Steigen nur für denjenigen Theil des Terrains zu suchen, dessen Bergstriche eine größere Neigung gegen den Horizont haben, als das an der Spitze der Steige anzunehmende Gefälle, also in den drei oben angeführten Fällen bei einer stärkern Neigung als 6″, 5 und 4″, weil im übrigen Theile des Terrains die Straße, wenn sie auch über den steilsten Theil desselben, nämlich nach der Linie des größten Gefälls ginge, doch kein stärkeres Gefälle als 6″, 5 und 4″ hätte. Die Gränze dieses stärkern Gefälls auf dem Terrain werden wir künftig, in Beziehung auf den Straßenbau, den Thalrand nennen.

§. 32. Es sey im Bergabhange, Fig. 17., eine Steige vom Pnnkte a aus, mit 8″ unterem und 6″ oberem Gefälle so zu führen, daß die Gefälle von einer Horizontalen zur andern, welche alle 30′ vertikalen Abstand haben, gleichmäßig abnehmen. Die Steige solle von der Linken zur Rechten gehn.

Um diejenige Horizontale zu finden, bis zu welcher die Richtung der Steige zu suchen ist, bemerke ich, daß das Gefälle dort nach der Annahme 6″ auf die Ruthe betragen soll. Damit man mit diesem Gefälle von einer Horizontale zur folgenden 30′ höhern steige, ist also eine Länge erforderlich, welche durch die Proportion 6″ : 30′ oder 360″ : : 1° : x = 60° gegeben wird. Die zu suchende

Steige hört also an der Horizontalen auf, an welcher die obern Bergstriche 60° groß oder größer sind. Dieses findet in der Figur zwischen den Horizontalen Nr. 7 und 8., wo die Bergstriche größer als 60° sind, statt, demnach also ist die Horizontale Nr. 7. die Gränze.

Das Gefälle zwischen Nr. 0 und 1 soll 8″, zwischen 6 und 7 aber 6″ seyn, und an den 5 dazwischen liegenden Horizontalen gleichmäßig abnehmen; die Differenz von einer zur nächsten ist also $\frac{8-6''}{6} = \frac{1}{3}''$, und das Gefälle

von Nr. 6.	zu 1	— 8″	von Nr. 4.	zu 5	— $6\frac{2}{3}$
= =	2	— $7\frac{2}{3}$	= =	6	— $6\frac{1}{3}$
= =	3	— $7\frac{1}{3}$	= =	7	— 6.
= =	4	— 7			

Die korrespondirende Länge der Steige zwischen zwei Horizontalen, bei einem Gefälle von n Zoll, wird durch die Proportion gefunden $n'' : 30' \text{ oder } 360'' :: 1° : x = \frac{260°}{n}$,

mithin sind die Längen

von Nr. 0	zu 1	— 45,°00	von Nr. 4	zu 5	— 54,°00
= =	2	— 46, 95	= =	6	— 56, 84
= =	3	— 49, 09	= =	7	— 60, 00
= =	4	— 51, 43			
Summa		192,°47			170,°84

ganze Länge 363,°31.

Um die Linie nunmehr aufzutragen, greift man die gefundene Länge von 0 zu 1, nämlich 45°,00 auf dem Maaßstabe ab, schneidet von a aus die Horizontale mit dieser Zirkelöffnung, und erhält den Punkt b der Steige; von b aus schneidet man die Horizontale 2, mit einem Kreisbogen von 46°,95 Halbmesser in c, und so fort bis zu Nr. 7.; man erhält hiedurch a b c d e f g h als die Linie der Steige.

Ganz auf dieselbe Art würde eine Steige mit 6″ unterem und 5″ oberem Gefälle gelegt. Bei einer Steige

von durchgehends 4″ wäre der einzige Unterschied, daß die Länge zwischen zwei Horizontalen immer die nämliche bliebe, anstatt daß sie im vorigen Beispiele von unten nach oben zunahm.

Wenn die Horizontalen merklich getrennt sind, kann man die Linie der Steige nicht mehr von einer zur nächsten geraden ziehen, sondern man theilt die Bergstriche nach der Stärke der Krümmung in 2, 4, 6 oder 8 gleiche Theile, führt durch die Theilpunkte neue Horizontalen, und beschreibt mit dem $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$ oder $\frac{1}{8}$ der ganzen Länge die Kreisbögen, wie im vorigen Beispiele.

Es sey vom Punkte a, Fig. 18., die Steige zwischen den zwei Horizontalen mit $7\frac{2}{3}$″ Gefälle zu ziehen. Man theile die Bergstriche in 4 gleiche Theile, führe durch die Theilungspunkte die Horizontalen bc, de, fg, trage $\frac{1}{4}$ der, dem Gefälle von $7\frac{2}{3}$″ korrespondirenden Länge 46°,95 oder 11°,74 von a aus nach h, die nämliche Länge von h nach i, eben so nach k und l, und man wird die Linie ahikl finden.

Der Kreisbogen, durch dessen Durchschnitt mit der Horizontalen jeder Punkt der Steige bestimmt wird, schneidet die Horizontale noch in einem zweiten Punkte, welcher in einer entgegengesetzten Richtung liegt, und hier nicht angenommen werden konnte, weil die Aufgabe die Bedingung enthielt, daß die Steige von der Rechten zur Linken gehn sollte; aus dem folgenden §. ergiebt sich aber, daß auch der zweite Durchschnittspunkt manchmal angewendet werden muß.

§. 33. Die beiden Endpunkte der gefundenen Steige liegen in einer gewissen horizontalen Entfernung, welche, wenn die Thalwand eine geneigte Ebene und keine krumme Fläche wäre, in Ruthen ausgedrückt ungefähr gleich ist der Höhe der Steige, in Zollen ausgedrückt, dividirt durch das mittlere Gefälle derselbeu, oder wenn die Höhe der Steige = h Fuß das untere Gefälle = α Zoll, das obere

$= \beta$ Zoll ist, so wäre die horizontale Entfernung sehr nahe $= \frac{h \text{ Fuß}}{\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right) \text{ Zoll}} 1^\circ = \left(\frac{24\,h}{\alpha+\beta}\right)^\circ$.

Oder umgekehrt, wenn die horizontale Entfernung $= \left(\frac{24\,h}{\alpha+\beta}\right)^\circ$, so kann vom Punkte a nach h eine Steige geführt werden, welche unten α'' und oben β'' als Gefälle hat. Ist die Entfernung $> \left(\frac{24\,h}{\alpha+\beta}\right)^\circ$, so kann eine Steige zwischen den Punkten a und h geführt werden, deren obere und untere Gefälle kleiner als α und β sind. Wenn aber die Entfernung $< \left(\frac{24\,h}{\alpha+\beta}\right)^\circ$, so würde allerdings eine Steige geführt werden können, deren obere und untere Gefälle größer als α und β Zoll sind; diese sind aber nach der Annahme die größten, also läßt sich die Aufgabe nach dem vorigen §. nicht auflösen.

Es seyen z. B. die Punkte a und l, Fig. 17., durch eine Steige zu verbinden, welche $8''$ unteres und $6''$ oberes Gefälle haben soll. Hier ist $h = 7 \times 30' = 210'$, $\alpha = 8''$, $\beta = 6''$, also $\left(\frac{24\,h}{\alpha+\beta}\right)^\circ = \frac{24.210}{8+6} = 36^\circ$. 360°

(Die genaue Rechnung gab im vorigen §. $363^\circ,31$).

Nach der Figur ist die Entfernung aber nur von 171°, mithin $< \left(\frac{24\,h}{\alpha+\beta}\right)^\circ$, also die vorige Auflösung nicht anwendbar. In dieser ging die Linie der Steige von a aufwärts von der Linken zur Rechten, und von h abwärts von der Rechten zur Linken. Im jetzigen Falle werden wir die Linie von a sowohl als von l in der nämlichen Richtung führen. Wir legen von a aus die Straßenlinie mit den gegebenen Längen $45^\circ,00$, $46^\circ,95$ u. s. w. aufwärts, und von l aus in der nämlichen Richtung mit der Länge 60° für 6—7, $56^\circ,84$ für 5—6, $54^\circ,00$ für

4—5 abwärts. Von a aus finden wir die Linie abcdef, von l aus die Linie lkiz. Beide schneiden sich in x, und abcdexikl wird die gesuchte Straßenrichtung seyn.

Die Stelle der Straße bei x, wo die Richtung sowohl aufwärts als abwärts auf der nämlichen Seite des Bergstriches liegt, heißt die Serpentine; an jeder andern Stelle liegen die auf- und abwärts gehenden Richtungen auf beiden Seiten des Bergstriches.

Anstatt die Linien von a und l aus von der Linken zur Rechten zu führen, hätte man sie von der Rechten zur Linken führen können, und eine zweite Straßenrichtung gefunden. Auch an jedem andern Punkte der beiden Linien hätte man die Richtung ändern können, so daß man zwischen zwei Punkten, deren horizontale Entfernung $< \left(\frac{24\,h}{\alpha+\beta}\right)^{o}$ ist, eine unendliche Anzahl Linien mit den nämlichen Gefällen und mit Serpentinen führen kann. So verbinden z. B. alle Linien a' b' c' d' e f g h, a' b' c' d' e' f' g h, a' b' c' g' h' i' k' h, a' b' l' m' n' l' k' h, a' o' p' q' s' u' k' h, a' o' p' r' t' k' h die beiden Punkte; nur die sie einschließenden Linien a' b' c' d' e f g h und a' o' p' r' t' k' h haben eine Serpentine, alle übrigen aber zwei oder mehrere.

Serpentinen sind sowohl für schweres, mit mehr als vier Pferden bespanntes, als für schnelles Fuhrwerk durch die kurze Krümmung, welche sie bilden, unbequem, und müssen möglichst vermieden werden. Weiter unten wird gezeigt werden, daß ihre Arwendung nicht oft nöthig ist.

§. 34. Die Thalwände sind selten auf größere Längen so eben, als in Fig. 17., sondern meistens von Schluchten durchschnitten.

Diese sind für die Anlegung der Steigen vortheilhaft, wenn die allgemeine Richtung der Straße ungefähr senkrecht auf dem Thale ist, weil man alsdann durch die Umwege, welche die Legung der Straße in der Schlucht verursacht, sich weniger von der geraden Richtung entfernt,

und auch die Serpentine vermeidet. Wenn die Straßenrichtung hingegen mit dem Thale einen spitzen Winkel macht, so sind sie durch die Umwege, welche sie verursachen, nachtheilig.

Im ersteren Falle wird die Straße durch die Schluchten auf die nämliche Art gelegt, als auf ebnen Thalwänden, nur wird an der Stelle, wo man ihren Thalweg überschreitet, die Linie nicht, wie anderswo, auf dem Terrain selbst, sondern höher gelegt, damit Raum zur Anlegung des nöthigen Kanals bleibe. Im andern Falle wird, sobald man von unten aus an die Wand der Schlucht kommt, der Steige das geringste Gefälle von $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll auf die Ruthe gegeben, um so bald als möglich den Thalweg zu erreichen; von da geht man mit dem stärksten Gefälle aus der Schlucht wieder hinauf. Um den Umweg noch geringer zu machen, wird die Straße in der Wendung von der Thalwand nach der Wand der Schlucht in den Berg eingegraben, und der Thalweg der Schlucht mit einem hohen Damm überschritten. Man gewinnt hiedurch um so mehr, je flacher die Abdachung in der Wendung, und je geringer das Gefälle des Thalwegs ist.

Es sey als Beispiel des ersten Falles, wenn die Straße ungefähr senkrecht auf dem Thale ist, die Steige vom Punkte a aus, Fig. 18., bis zur Horizontale Nr. 9., und zwar mit gleichmäßig abnehmenden Gefällen, unten von 8″, oben von 6″ zu führen. Der vertikale Abstand der Horizontalen sey zu 30′ angenommen. Die Länge der Steigen von einer Horizontale zur andern ist nach dem Verfahren von §. 32.

von Nr. 0	zu 1	— 45,°00	von Nr. 5	zu 6	— 53,°33
" "	2	— 46, 45	" "	7	— 55, 38
" "	3	— 48, 00	" "	8	— 57, 60
" "	4	— 49, 65	" "	9	— 60, 00
" "	5	— 51, 43.			

Mit diesen Längen führt man nun von a aus die

Straße fort bis in die Nähe der Stelle, an welcher der Thalweg überschritten werden soll, und über welchem sie in einer gewissen Höhe liegen muß, um Raum zur Anlegung eines Kanals zu lassen. Es bildet sich dort eine starke Krümmung, welche nicht so viel Gefälle als die übrige Straße haben darf, sondern die Straße muß auf 10 bis 12° auf beiden Seiten nur 2″, und in der Krümmung selbst das mindeste Gefälle von $\frac{3}{4}$ bis 1″ haben. Von da aufwärts bis Nr. 9. werden dann wieder die oben angegebenen Längen aufgetragen *).

Als Beispiel des zweiten Falles sey eine Steige mit 4″ Gefälle von a aus, Fig. 19., zu legen. (Der Abstand der Horizontalen zu 30′).

Die Länge der Steige zwischen zwei Horizontalen beträgt $\frac{30'}{4''}$ 1° oder 90°.

Man trägt diese 90° von einer Horizontalen zur andern bis in die Nähe der Wand der Schlucht in b. Von hier aus geht man nicht mit dem nämlichen Gefälle über c. sondern schneidet sich bei d in den Berg ein, und giebt der Steige 1″ Gefälle auf die Ruthe bis dahin, wo der Thalweg mit einem Damme überschritten wird. Hier liegt der Punkt m auf $\frac{7}{8}$ der Länge no, also $\frac{7}{8}$. 30′, oder 26′ unter m, e liegt nun $\frac{1}{6}$ der Länge des Bergstriches, also um $\frac{1}{6}$. 30 oder 5′ über n, also e um 26 + 5 oder 9′ 3″ über m. Da nun die Straße von e bis m auf 24° Länge mit 1″ auf die Ruthe also 2′ hoch steigt, so wird bei m die Straße um 31 + 2 oder 33′ über dem Thalwege liegen.

Man führt nunmehr die Straße mit dem nämlichen Gefälle von 1″ auf die Ruthe bis f, etwas weiter als das

---

*) Die Linie ms ließe sich eben so gut konstruiren als die übrigen Steige, aber nur in einem viel größern Maßstabe, und die Horizontalen müßten von 3 zu 3′ Höhe gezogen seyn.

das Ende der Krümmung. Um von da aus schneller aus der Schlucht zu kommen, giebt man der Straße 8 bis 9″ Gefälle, schneidet sich, wie bei d, in den Berg ein, und führt dann von g aus die Straße wieder mit 4″ Gefälle bis auf die Höhe. Die Linie abdemgfh ist 576° lang, während die Linie abceik, die durchgehends mit 4″ geführt ist, bis zur Senkrechten hk auf die allgemeine Richtung der Steige eine Länge von 692°, also 116° mehr hat.

Bei Thalwegen von geringerem Gefälle ist der Umweg noch viel stärker.

§. 35. Man trifft in Thalwänden manchmal Stellen, durch welche man die Steigen nicht führen kann, als Quellenlager, hohe steile Klippen, loses Gerölle von großer Tiefe, Erdrutschen u. s. w.; alsdann wählt man einen Punkt außerhalb solcher Stellen, am besten oberhalb derselben, und führt die Steige durch diesen Punkt.

§. 36. Bis jetzt wurde angenommen, daß ein oder zwei Punkte einer zu legenden Steige gegeben seyen. Dieses findet aber nur ausnahmweise statt, wenn z. B. die Straße durch ein im Thale oder im Bergabhange liegendes Dorf geführt werden soll.

Die gewöhnliche Frage ist, wie man ein queer auf der Straßenrichtung liegendes Thal zu überschreiten hat.

1) Man sucht auf der topographischen Karte, die zur Bestimmung der allgemeinen Straßenrichtung gebraucht worden ist, Seitenthäler an beiden Ufern paarweise auf, welche a. ungefähr in der allgemeinen Straßenrichtung liegen, b. die längsten sind, und c. möglichst nahe aneinander in das Hauptthal ausmünden. Solche Thäler werden dann benutzt, um die Straße durch Steigen in das Hauptthal herab und wieder auf den Bergrücken zu führen.

Es sey in Fig. 20. eine Straße, welche die auf dem Hauptthale ungefähr senkrechte Richtung ab hat, durch dieses zu führen, und cd, ef seyen zwei Seitenthäler, welche die obigen Bedingungen am besten erfüllen. Die

Horizontalen haben, der Kleinheit des Maaßstabes wegen, 100′ senkrechten Abstand.

Das Thal ef hat eine Länge von 1640°, und die Entfernung von f bis d beträgt ungefähr 1900°. Da die Höhe von 7 Horizontalen oder von 700′ ist, so wird man eine Steige mit ungefähr $\frac{700'}{1900°}$ oder $4\frac{1}{2}''$ Gefälle auf die Ruthe anlegen können. Man trägt die korrespondirende Länge ($4\frac{1}{2}'' : 100' :: 1° : x =$) $266\frac{2}{3}°$ von d aus auf, und findet, daß die Horizontale Nr. 9. dem Hauptthale etwas näher als f geschnitten wird. Man nimmt daher 280° anstatt $266\frac{2}{3}°$ als Länge zwischen den Horizontalen an, trägt sie auf, und findet die Linie dgh, welche weiterhin parallel mit der gegebenen Richtung fortgeführt wird. Diese Steige hat also $\frac{100'}{280°}$ oder $4'',29$ Gefälle.

Das Thal cd habe eine Länge von 2200° bis zur Horizontale Nr. 10. Die ganze Höhe wird 800′, das anzunehmende Gefälle $\frac{800'}{2200°}$ oder $4\frac{1}{3}''$ und die Länge zwischen zwei Horizontalen 277° seyn. Man trägt dieselbe von d aus auf, und erhält die Steige dik. Die gesuchte Linie ist also kidgh, und besteht aus 2 Steigen von $4\frac{1}{3}''$ und $4'',29$ Gefälle.

2) Wenn die Richtung der Straße einen spitzen Winkel mit dem Thale macht, so legt man vom Durchschnitte der Richtung mit dem Thalwege zwei Steigen mit schwachen Gefällen in die beiden Thalwände bis zu den Thalrändern, und führt von da aus die Straße, nach den auf dem Bergrücken gegebenen Punkten, oder wenn keine solche gegeben sind, parallel mit der Straßenrichtung fort.

Es sey eine Straße in der Richtung lm durch das Thal zu führen.

Vom Durchschnitte d dieser Richtung mit dem Thalwege legt man die Steige dn mit 280° Länge für 100′,

und vom Punkte n, wo die Steige den Thalrand schneidet, wird die Straße nach dem gegebenen Punkte l geführt. Von dem Punkte d nach m hin führt man die Straße zuerst mit dem geringsten Gefälle über das Thal ef, und dann die Thalwand hinauf mit 240° Länge auf 100′; man erhält die Linie dop, und führt sie vom Thalrande p parallel mit der Richtung lm weiter. Die ganze Linie ist ldopz. Sie ist 6340° lang, und enthält zwei Steige von $\frac{100'}{280°}$ und $\frac{100°}{240°}$ oder 4″,29 und 5″ Gefälle.

Die Linie lm hat eine Länge von 5380°. Mithin ist das 900′ tiefe Thal mit schwachen Gefällen und einem Umwege von 980° oder ungefähr $\frac{1}{6}$ der kürzesten Entfernung überschritten worden.

Man sieht leicht, daß das Gefälle noch schwächer wird, wenn man größere Umwege, und stärker, wenn man nur kleinere machen will. Mit den angenommenen Gefällen scheint die Aufgabe aber am zweckmäßigsten gelöst zu seyn.

3) Häufig schneidet die Straßenrichtung das Thal ungefähr rechtwinklig, ohne daß sich, wie im ersten Falle, Seitenthäler von hinreichender Länge, sondern nur Thalwände oder kurze Schluchten vorfinden.

Man legt dann vom Thalrande aus eine Steige bachaufwärts bis zum Thalwege, und von da eine zweite in entgegengesetzter Richtung bis zum Thalrande, und dann wird die Straße parallel mit der allgemeinen Richtung fortgezogen.

Im besondern Falle, daß die Thalebene sehr schmal ist, erspart man einen Theil des Auf- und Absteigens und des dadurch entstehenden Umweges, indem man den Thalweg mittelst eines 20 bis 60′ hohen oder nach Umständen noch höhern Dammes oder einer solchen Brücke überschreitet.

Das Thal sey mit einer Straße in der Richtung qrs zu überschreiten.

Man legt vom Thalrande t eine Steige tu bachaufwärts mit dem stärksten Gefälle von 6″ oben und 8″ unten, oder 5 und 6″, von u aus eine zweite ut in der entgegengesetzten Richtung und mit den nämlichen Gefällen. Dann wird die Straße vx mit der Richtung qvs parallel gezogen.

Besonders bei Thalwegen mit starkem Gefälle ist es nöthig, die Steige bachaufwärts zu legen, um den Umweg zu vermeiden, welchen man vermöge des Gefälles von u bis zum untern Ende der bachabwärts gelegten Steige machen müßte. Bei Thalwegen mit sehr schwachen Gefällen ist es nicht so wesentlich.

4) Wenn die Straße ungefähr senkrecht auf das Thal, und durch einen vom Rande nicht weit entfernten Punkt und einen zweiten im Thale gehen muß, so ist (nach §. 33.) eine Serpentine unvermeidlich, sobald die horizontale Entfernung vom Thalrande zum Punkte im Thale $< \left(\frac{24\,h}{\alpha + \beta''}\right)^{0}$ ist.

Dieses ist der Fall bei der Straße b′c′, welche nur mit den beiden Serpentinen a′d′b′ und a′e′b′ nach a′ geführt werden kann.

Auch dann muß man eine oder mehrere Serpentinen anlegen, wenn man genöthigt ist, eine Steige in eine schmale, von Schluchten mit sehr steilen Wänden eingeengte Thalwand zu legen.

§. 37. Die Steigen, welche Thalstraßen mit Hochstraßen verbinden, werden auf die nämliche Art wie die vorigen projektirt. Es ist sehr wichtig, daß die Thalwand, worin man sie heraufführt, ungefähr in der allgemeinen Richtung der Straße liege; alsdann läßt sich die Steige gewöhnlich mit 4 bis 5″ Gefälle anlegen. Außer dieser ersten Bedingung müssen sie auch so wenig tiefe Schluchten wie möglich enthalten.

Die Wahl der Richtung unter der Menge kleiner Thä-

ler ist gewöhnlich schwierig; man muß daher, um mit Sicherheit zu entscheiden, jedes einzelne kleine Thal, wenn es nicht in der topographischen Karte angegeben seyn sollte, darin einzeichnen.

§. 38. Bei dem Aufsuchen der Straßenlinien im Allgemeinen kommt häufig die Frage vor, ob es vortheilhafter sey, die Straße mittelst zweier Steigen durch ein Thal zu führen, oder dieses durch einen Umweg zu umgehen.

Ihre Auflösung wäre nicht schwer, wenn man wüßte, in welchem Verhältnisse die Ermüdung der Zugthiere, welche eine Last auf einer geneigten Ebene von gegebener Länge und Gefälle heraufziehen, mit derjenigen steht, wenn sie dieselbe Last auf einer horizontalen Ebene fortziehen. (S. den Anhang §. 9 und 10.) Da dieses Verhältniß aber nicht bekannt ist, so muß man sich mit den oberflächlichen Resultaten der Erfahrung begnügen. Man nimmt gewöhnlich an, daß bei vorausgesetzter gleicher Ermüdung der Zugthiere für leichtes Fuhrwerk der Umweg gleich dem Zehnfachen der zu ersteigenden Höhe, für Frachtfuhrwerk gleich dem Achtzehnfachen, und wenn Fuhren beiderlei Art ungefähr in gleicher Zahl die Straße befahren, gleich dem Funfzehnfachen seyn kann.

Wenn also A die Länge der horizontalen Straße, A′ die Länge der Steigen, $U = A - A'$ der Umweg, z die Höhe ist; so wird

für leichtes Fuhrwerk $U = 10\,z$,
für gemischtes $U = 15\,z$,
für Frachtfuhrwerk $U = 18\,z$

seyn.

Der Umweg kann also betragen bei Höhen von	für Fuhrwerk. leichtes	gemischtes	Fracht=
	Ruthen.	Ruthen.	Ruthen.
10′	8	12	15
50	42	62	75
100	83	125	150
200	167	250	300
300	250	375	450
400	333	500	600
500	417	625	750
1000	833	1250	1500

Bei einer Höhe von 670′ kann der Umweg also seyn

für 500′	417	625	750
= 100	83	125	150
= 50	42	62	75
= 20	16	24	30
zusammen für 670′	558°	836°	1005°

Zur Anwendung dieser Tabelle sey zwischen den Linien lml′ auf dem Bergrücken und lg′h′ik′l′ durch das Thal (Fig. 20.) zu wählen. Die erstere ist 4400°, die andere 4370° lang, der Umweg also 30°. Da der Unterschied der Höhen zwischen m′ und h′ von $3\frac{1}{2}$ horizontalen Abständen, oder von 350′ ist, so könnte der Umweg von 292, 437 und 525°, je nach den verschiedenen Straßenarten seyn. Da er nur 30° beträgt, so ist die Linie lm′l′ vorzuziehen.

§. 39. Die Steigen sind bisher auf den Grundrissen mit Horizontalen durchschnitten entworfen worden, weil die Form, welche die Steigen in jedem besondern Falle annehmen, darauf am anschaulichsten ist; daher auch jeder angehende Straßenbaumeister wohl thun wird, um sich Ueber-

sicht zu verschaffen, Terrain-Grundrisse für die verschiedenen, oben angegebenen Fälle selbst zu entwerfen, oder aus Karten auszuziehen, und darin Straßenrichtungen zu projektiren.

Bei der Ausführung selbst wird aber dieses Verfahren nur in besonders schwierigen Fällen anzuwenden seyn, weil die Anfertigung eines solchen Grundrisses, in welchem die Horizontalen nicht über 10′ senkrechten Abstand haben dürfen, wenn die Richtung der Steigen genau entworfen werden soll, sehr langwierig, und auch das Aufstecken der Steige auf dem Terrain nach einem Grundrisse, in welchem blos die Horizontolen gegeben sind, nicht schnell ausführbar ist. Andere Verfahrungsarten, durch welche die Linie der Steigen unmittelbar auf dem Terrain bestimmt wird, sind daher vorzuziehen. Sie lassen sich alle auf die Lösung der Aufgabe zurückführen, von einem, auf dem Terrain gegebenen Punkte aus, eine Linie mit einem gegebenen Gefälle zu ziehen, und diese kann auf mehrere Arten gelöset werden.

1) Mit der Wasserwage (Kanalwage).

Es sey b (Fig. 21.) der Punkt, von welchem die Linie mit einem Gefälle von n Zoll anf die Ruthe geführt werden soll. Man mißt in der Richtung, nach welcher man glaubt, daß die Linie gehen wird, eine beliebige Länge bc = m Ruthen, so weit nämlich, als die Thalwand keine merkliche Biegung hat, aber nicht größer als 15°.

Wenn bc die gesuchte Richtung wäre, so müßte der Punkt c um (1° : m° :: n″ : x =) mn Zolle unter b liegen. Stellt man nun die Wasserwage in a, nahe bei b auf, und nivellirt den Punkt b, dessen Höhe = a sey; so müßte, wenn der Punkt c der richtige ist, dessen Höhe = a + mn seyn. Man stellt, um die Probe zu machen, die Mitte der Zielscheibe des Nivellirstabes auf die Höhe (a + mn)″, und diesen in c auf. Wenn die Visirlinie die Mitte der Zielscheibe schneidet, so ist c ein Punkt der

gesuchten Linie. Wenn die Visirlinie aber über oder unter der Mitte die Zielscheibe schneidet, so zieht man mit einer in heißem Oel getränkten Schnur von b aus mit einem Halbmesser = bc einen Kreisbogen cd, und schreitet in demselben auf- oder abwärts so weit, bis die Mitte der Zielscheibe geschnitten wird. Dieser Punkt d liegt also auf der gesuchten Linie, welche bd seyn wird. Am Punkte d wird ein Pfahl auf die Höhe des Terrains, worauf der Nivellirstab stand, eingeschlagen.

Es sey $bc = 12^0$, $n = 5''$, so ist das ganze Gefälle $= 12 . 5'' = 5' 0''$. Die Höhe a des Punktes b sey $= 4' 8''$, alsdann muß der gesuchte Punkt eine Höhe $= 5' 0'' + 4' 8'' = 9' 8''$ haben.

Bei einiger Uebung beträgt der Bogen cd selten mehr als einige Fuß. Alsdann ist es nicht nöthig, den Kreisbogen zu ziehen, sondern man geht senkrecht auf bc ab, mißt, wenn ce mehr als 4 bis 5′ betragen sollte, be, und richtet die Höhe des Pfahlkopfes nach der Höhe $(a + pn)''$, wenn $p = be$.

2) Mit dem Gefällemesser (franz. éclimètre).

Er besteht aus einem Diopterlineale, welches mit einer Libelle versehen und zur horizontalen Drehung eingerichtet ist. Die beiden Diopter enthalten zwei Kreuzfäden, deren einer an dem einen Diopter fest ist, der zweite aber am andern eine vertikale Bewegung hat. Das letztere Diopter hat eine Theilung, deren Nullpunkt bei einer horizontalen Stellung des Lineals mit dem horizontalen Faden des andern Kreuzfadens in der nämlichen horizontalen Ebene liegt. Auf der Theilung am zweiten Diopter, welche die Tangente des Neigungswinkels gewöhnlich mit zwei Decimalen oder, wenn man nach Zollen rechnet, bis auf Zehntheile von Zollen angiebt, wird der bewegliche Kreuzfaden auf- und abwärts geschoben, um geneigte Linien von einem gegebenen Gefälle zu erhalten.

Um eine Linie mit gegebenem Gefälle von einem Punkte

aus abzustecken, stellt man den Gefällmesser in diesem auf, richtet den beweglichen Kreuzfaden auf das gegebene Gefälle, setzt die Scheibe des Nivellirstabes auf eine Höhe gleich der des festen Kreuzfadens über dem gegebenen Punkte, läßt den so gestellten Nivellirstab vorwärts bringen, und ihn senkrecht auf die genommene Richtung aufwärts oder abwärts aufstellen, bis die Visirlinie die Mitte der Scheibe schneidet. Dieser Punkt gehört zur Linie, welche das gegebene Gefälle hat, und es wird auf dessen Höhe ein Pfahl eingeschlagen.

Man kann bei dem Gebrauche dieses Instruments, so wie bei allen mit bloßen Dioptern versehenen, auf keine große Genauigkeit rechnen; es reicht indessen bei der gewöhnlichen Ausführung hin, nur darf man nicht weiter als höchstens auf 25° visiren.

3) Um eine größere Genauigkeit zu erlangen, bedient man sich eines mit einem Höhenkreise versehenen Astrolabii oder des sogenannten Theodoliten.

Es wird ebenfalls horizontal, und das Fernrohr mittelst des Höhenkreises in die gegebene Neigung gestellt, und dann wie bei dem Gefällemesser verfahren.

Das Fernrohr erlaubt in geraden Bergwänden auf viel größere Entfernungen zu visiren, als mit dem Gefällmesser möglich ist.

Wenn man sich von der Richtigkeit des Instruments überzeugt hat *), so wird in der Ausführung der größte Fehler nur von der Kleinheit des Höhenkreises herrühren, der gewöhnlich 3 bis 4″ Durchmesser hat, und worauf sich die Winkel mit dem Nonius nur auf 3, 4 bis 5 Sexagesimalminuten ablesen lassen. Man kann sich höchstens um die Hälfte dieser 3, 4 oder 5 Minuten irren, da man ohne sonderliche Uebung so genau die Winkel ab-

---

*) S. wegen der Prüfung der Winkelinstrumente Netto's Vermessungskunde, 1. Theil S. 219.

schätzen kann. Weil nun die Gefälle durch die Tangente der Neigungswinkel gemessen werden, und die Unterschiede der Tangenten fehlerhafter Winkel bei den größten Winkeln die größten sind; so reicht es hin, die Fehler im Werthe der Tangenten der größten Straßenneigung von 8′ auf die Ruthe zu suchen.

Da log. tang. $\frac{1}{118} = 8{,}74473 =$ log. tang. 3° 11, so werden die größten Fehler bei dieser Neigung vorkommen.

Bei einer Theilung von 3 zu 3 Minuten

tang. (3° 11′ + 1½′) — tang. 3° 11′ = 0,00034,

desgl. von 4 zu 4′

tang. (3° 11′ + 2′) — tang. 3° 11′ = 0,00058,

desgl. von 5 zu 5′

tang. (3° 11′ + 2½′) — tang. 3° 11, = 0,00073,

oder wenn man mit 144 multiplicirt, um die Gefälle in Zollen auf die Ruthe zu finden, so ist

bei d. Theilung von 3 zu 3′ der Fehler von 0,″05 pro Ruthe

" " — " 4 " 4′ " — " 0, 08 " —

" " — " 5 " 5′ " — " 0, 10 " —

Da nun in der Ausführung ein Fehler von 0,″10 auf die Ruthe im Gefälle keinen merklichen Einfluß hat, so ist ein Astrolabium noch brauchbar, wenn der Höhenkreis nur 5 Minuten angiebt. Besser ist es aber, wenn der Höhenkreis 6 bis 7″ Durchmesser hat, und man einzelne Minuten mit dem Nonius ablesen kann.

Da die anzunehmenden Gefälle gewöhnlich in Zollen angegeben werden, so habe ich in dem folgenden Täfelchen zum Gebrauch des Astrolabii die korrespondirenden Winkel nach der Sexagesimaleintheilung berechnet.

Gefälle auf die Ruthe.	Winkel.		Gefälle auf die Ruthe.	Winkel.		Gefälle auf die Ruthe.	Winkel.	
Zoll.	0	′	Zoll.	0	′	Zoll.	0	′
2,0	0	48	4,0	1	35	6,0	2	23
2,1	0	50	4,1	1	38	6,1	2	25
2,2	0	53	4,2	1	40	6,2	2	28
2,3	0	55	4,3	1	43	6,3	2	30
2,4	0	57	4,4	1	45	6,4	2	33
2,5	1	00	4,5	1	47	6,5	2	35
2,6	1	2	4,6	1	50	6,6	2	37
2,7	1	4	4,7	1	52	6,7	5	40
2,8	1	7	4,8	1	55	6,8	2	42
2,9	1	9	4,9	1	57	6,9	2	45
3,0	1	12	5,0	1	59	7,0	2	47
3,1	1	14	5,1	2	2	7,1	2	49
3,2	1	16	5,2	2	4	7,2	2	52
3,3	1	19	5,3	2	6	7,3	2	54
3,4	1	21	5,4	2	9	7,4	2	57
3,5	1	24	5,5	2	11	7,5	2	59
3,6	1	26	5,6	2	14	7,6	3	1
3,7	1	28	5,7	2	16	7,7	3	4
3,8	1	31	5,8	2	18	7,8	3	6
3,9	1	33	5,9	2	21	7,9	3	8

Die Wasserwage hat vor den beiden andern Instrumenten den Vorzug, daß das Längenprofil des Terrains sich schon durch das Aufsuchen der Linie der Steige ergiebt. Sie ist ferner besonders brauchbar, wenn die Thalwand mit Niederwald bewachsen ist, weil die horizontale Linie sich auf etliche Ruthen Entfernung schon über die Hecken erhebt, und also zum Visiren nicht so viel Gebüsch auszuhauen ist.

Das Gefällmesser und das Astrolabium haben hingegen den Vortheil, daß die Messung der Längen nicht nöthig ist, wenn man blos versuchen will, ob eine Richtung zur Steige anwendbar ist. Das Astrolabium ist besonders

zum Aufsuchen der Steigen von gleichem Gefälle brauchbar, welche in einen nicht stark gekrümmten Abhang zu legen sind, weil man von einem Standpunkte aus eine große Anzahl Punkte bestimmen kann, indem einzelne Krümmungen, wenn die Abstände der Winkelpunkte von der nächsten Visirlinie und die größten Unterschiede nicht über $1^{o},5$ bis $2^{o},4$, je nach der Länge dieser Linie, betragen, im Gefälle noch keinen Unterschied von $0'',10$ auf die Ruthe machen *).

Es ist also nur erforderlich, eine der obigen einfachen Operationen mehreremale zu wiederholen, um alle Arten von Steigen, welche in den vorigen §§. vorkommen, abzustecken, sie mögen nun auf der ganzen Höhe ein gleiches Gefälle haben, oder dieses beliebig ab- oder zunehmen.

Im 1sten und 2ten Falle des §. 36. und bei §. 37. ist es nöthig, die ungefähre Entfernung der Endpunkte der Steigen und deren Höhe zu kennen, um das anzunehmende Gefälle zu bestimmen. Man sucht zu diesem Behufe an der Stelle, an welcher nach der Karte das obere Ende der Steige ungefähr liegen wird, den Thalrand, nämlich die Horizontale auf, bei welcher das größte Gefälle beziehlich $6'',5$, 5 oder $4''$ gleich ist (§. 30.); legt dort eine Horizontale, steckt mit dem Winkelkreuze eine Senkrechte darauf ab, nivellirt diese, und findet durch ihr Gefälle, ob sie die Bedingung entweder erfüllt, oder ob man ober- oder unterhalb noch einen neuen Versuch zu machen hat. Wenn diese Horizontale bestimmt ist, so sucht man mit dem Barometer ihre Höhe über dem gegebenen Punkte im Thale. Diese Bestimmung ist hinlänglich genau, da auf solchen geringen Entfernungen der Fehler höchstens $2\frac{0}{0}$ beträgt.

Die ungefähre Länge findet man durch Abgreifen auf der Karte, indem man den obern Endpunkt, wenn er auf

---

*) S. §. 12. des Anhangs.

dieser nicht schon bezeichnet seyn sollte, durch Rückwärtsschneiden mit dem Meßtische oder auf eine andere Art aufsucht. Für die Krümmungen der Thäler wird nach Schätzung einiges zugesetzt.

Soll nun die Steige mit einem gleichen Gefälle durchgeführt werden, so wird sie mit einem Gefälle gleich dem Quotienten der Höhe durch die Entfernung abgesteckt. Wenn aber das Gefälle nach einem gewissen Gesetze, z. B. gleichmäßig abnehmen soll, so wird das für jeden Theil anzunehmende Gefälle und die korrespodirende Länge (nach §. 32.) berechnet, und die Steige danach ausgesteckt.

Es sey als Beispiel die Entfernung der Endpunkte $= 960^{o}$, die Höhe $= 340^{o}$, und die Steige solle aus 5 einzelnen, gleichmäßig um $\frac{1}{4}''$ auf die Ruthe abnehmenden Gefällen bestehen.

Das mittlere Gefälle ist von $\frac{340'}{960^{o}}$ oder $4\frac{1}{4}''$ auf die Ruthe, die Höhe jedes Theils von gleichem Gefälle $960^{o} = \frac{340'}{5}$ $68'$. Die Gefälle auf die Ruthe und die korrespondirenden Längen sind also, von unten aufwärts:

1stes	$4\frac{3}{4}$	171,°8
2tes	$4\frac{1}{2}$	181, 3
3tes	$4\frac{1}{4}$	122, 0
4tes	4	204, 0
5tes	$3\frac{3}{4}$	217, 6
Mittleres	$4\frac{1}{4}$	Summe 966,°7

(Die Länge differirt von der gegebenen nur um 6,°7.)

Man steckt nunmehr vom untern Punkte aus eine erste Steige von 171,°8 mit $4\frac{4}{4}''$ Gefälle, von deren Endpunkte eine zweite von 181,°3 Länge mit $4\frac{1}{2}''$, und so weiter bis zum Thalrande aus.

In beiden Fällen wird aber die gefundene Steige die Horizontale des Thalrandes nicht in dem gegebenen Endpunkte, sondern in einem andern Punkte schneiden, weil

die Entfernung der beiden Endpunkte, der Steige nach gemessen, nur annähernd bekannt war. Wenn die Entfernung der beiden Punkte auf der Horizontalen des Thalrandes beträchtlich ist, so korrigirt man damit die zuerst angenommene Entfernung der Endpunkte, berechnet wieder das Gefälle, und steckt damit von neuem die Steige aus, welche dem obern Endpunkte viel näher kommen wird. Ist die Entfernung aber klein, so korrigirt man die Lage der gefundenen Punkte dadurch, daß man jeden auf seiner Horizontale um einen verhältnißmäßigen Theil vorrückt. Nehmen wir an, daß sie 20° beträgt, und 40 Punkte bestimmt worden wären, so wird der erste vom Thale aus um $\frac{20°}{40}$ oder $0°,5$, der zweite um $0°,5 \times 2$ oder $1°$, auf seiner Horizontale verrückt, und die so gefundenen Punkte geben die Linie der Steige hinreichend genau.

§. 40. Im §. 20. sind schon die Umstände angegeben, welche bei der Wahl der einzelnen Thäler während des Aufsuchens der Straßenlinie im Allgemeinen erwogen werden müssen; bei der Wahl der einzelnen Stellen der Thalränder zur Anlegung der Steigen sind aber noch außerdem folgende Umstände in Betrachtung zu ziehen:

1) Die südlichen Abhänge sind dadurch, daß sie den Sonnenstrahlen am längsten ausgesetzt sind, immer die trokkensten, und daher für Straßen die vortheilhaftesten, nach diesen die westlichen, welche die größere Wärme des Nachmittags genießen, und den wärmeren Westwinden ausgesetzt sind. Die Steigen müssen also, wenn es nur irgend möglich ist, auf die südlichen oder westlichen Wände gelegt werden.

2) Die Erd- und Felsenarbeiten nehmen in einem noch größeren Verhältnisse zu, als die Tangente des Neigungswinkels der Bergabdachung *). Die Anlegung der

*) S. §. 13. des Anhangs.

Steigen auf den flachsten Thalwänden ist also die wohlfeilste. Außerdem werden die Gräben in letzteren durch Platzregen und bei Thauwetter viel weniger beschädigt, als in steilen Wänden. Endlich sind bei nicht ganz südlicher Lage die flachern Abhänge der Sonne länger ausgesetzt als andere.

3) Sind unter übrigens gleichen Umständen felsige Abhänge denen, welche aus bloßer Erde bestehen, vorzuziehen, weil die Straßengräben darin viel haltbarer sind. Die Mehrkosten der Felsenarbeiten werden gewöhnlich dadurch völlig ersetzt, daß das daraus geförderte Steinmaterial zur Anlegung der Fahrbahn und Futtermauer benutzt wird.

4) Müssen alle Stellen der Bergwände, welche die Anlegung und Unterhaltung der Straßen schwierig machen, nämlich Quellenlager, sehr steile Klippen, loses Gerölle, Erdrutschen u. s. w. gänzlich vermieden, und wo es nicht thunlich ist, das (§. 35.) angegebene Mittel gebraucht werden.

Ueber das Abstecken der Hochstraßen.

§. 41. Eine Wasserscheide, welche ungefähr die allgemeine Richtung der Straße ohne große Krümmungen hat, und ziemlich eben liegt, eignet sich am besten zu einer Hochstraße, denn sie ist der trockenste Theil eines Bergrükkens, wenn dieser nicht sehr breit ist, und erfordert sehr wenige Erdarbeiten und keine Vorkehrungen zum Abzuge des Wassers. Man trifft aber nicht häufig Wasserscheiden, bei welchen sich diese günstigen Umstände vereinigen. Oft enthalten sie hohe Kuppen, starke Senkungen, sind sumpfig oder so öde, daß man auf größere Entfernungen keine bewohnten Orte trifft; machen zu große Krümmungen u. s. w. Alsdann ist man genöthigt, sie zu verlassen, und die Straße auf den flachen Abhang des Bergrückens zu legen.

Bei dem Aufsuchen der Straßenlinie unter diesen Umständen muß es bleibender Grundsatz seyn, die Straße so

gerade und so eben als möglich zu legen. Aus der topographischen Karte wird man schon ersehen, welche Richtungen die geradesten, und daher, wenn die Unebenheiten des Terrains ihrer Wahl nicht entgegenstehen, anzunehmen sind. Diese Richtungen werden mit geraden Linien durchgeführt.

Um die Straße möglichst eben zu legen, ist Folgendes zu beobachten:

1) Muß man sie nahe genug an der Wasserscheide legen, um alle Schluchten, welche in den Bergrücken einschneiden, zu umgehen.

2) Diejenige der beiden Abdachungen des Bergrükkens, welche die flachste und ebenste ist, wird vorgezogen.

3) Einzelne Schluchten, welche eine übrigens ziemlich eben liegende Richtung durchschneiden, können nicht unbedingt veranlassen, daß man diese nicht annehme, sondern man untersucht (nach §. 38.), ob die Schlucht, wie kl (in Fig. 22.) durch die Linie kml, zu umgehen, oder die Straße durchzuführen ist. Im letztern Falle ist es besonders vortheilhaft, durch Anschüttung von Dämmen, mit welchen der Thalweg überschritten wird, die Höhen der Steigen zu vermindern.

Ueber das Umgehen der größeren Unebenheiten kann man also leicht entscheiden; die Wahl einer Linie, auf welcher viele kleine Unebenheiten vorkommen, erfordert hingegen eine etwas weitläufigere örtliche Untersuchung. Wenn die wellenförmigen Biegungen des Terrains nach einer Seite hin ziemlich regelmäßig zunehmen, dann wird man die Straßenlinie dahin legen, wo sie am geringsten sind. Wechseln diese Biegungen aber unregelmäßig, so nivellirt man nach mehreren, mit der Hauptrichtung ungefähr parallelen Linien, und wählt diejenige, auf welcher die wenigsten oder die geringsten Unebenheiten vorkommen.

In dem Falle, daß die ganze Linie von einem der Endpunkte aus sichtbar ist, kann man dieses Nivellement, bei welchem es nicht auf die größte Schärfe hinsichtlich

der

der Längen ankommt, aus einem einzigen Standpunkte machen, wenn man sich dazu des Astrolabii oder Theodoliten mit dem Höhenkreise und der Distanzlatte bedient. Im Fernrohre des Winkelinstrumentes müssen die nöthigen Kreuzfäden zum Gebrauche der Distanzlatte angebracht seyn.

Man stellt das Instrument an dem einen Endpunkte auf, und richtet das Fernrohr nach dem zweiten so, daß die Visirlinie an demselben um ein Paar Fuß über die Terrainhöhe weggeht. Diese Visirlinie, welche eine am Höhenkreise abzulesende Neigung hat, wird eben so zur Hauptlinie angenommen, als die Horizontale bei dem gewöhnlichen Nivellement. Man läßt den Nivellirstab in der Richtung der Linie fortbringen, nimmt die Höhe der höchsten und niedrigsten Punkte unter der Visirlinie auf, und bezeichnet die Terrainhöhe jedesmal mit einem Pfahle.

Im Rückwege zum Instrumente setzt der Gehülfe an jedem nivellirten Punkte die Distanzlatte auf, an welcher die Entfernungen mit dem Fernrohre direkt abgelesen werden.

Wenn man von dem einen Endpunkte zwar den andern, aber nicht die ganze dazwischen liegende Linie übersieht, so nivellirt man zuerst den sichtbaren Theil, stellt das Instrument dann auf einem Punkte desselben auf, woraus man den vom ersten Punkte aus nicht sichtbaren Theil übersehen kann, giebt dem Fernrohr die nämliche Neigung als am ersten Punkte, und nimmt eben so die Höhen.

Um die Höhen dieses nicht sichtbaren Theils unter der Visirlinie des ersten Punktes zu finden, verfährt man wie bei dem gewöhnlichen, zusammengesetzten Nivellement.

§. 42. Die in der Richtung der Straße liegenden Kuppen werden umgangen, wenn der Umweg nicht stärker ist, als er nach §. 38. seyn kann. Um diesen so gering als möglich zu machen, legt man schon von einer größern Entfernung aus die Linie nach der Seite, auf welcher die Straße liegen soll, so nahe an die Thalwand, als es die einspringenden Schluchten oder sonstige Hindernisse erlauben.

Es sey die Straße von a nach b (Fig. 22.), zwischen welchen eine Kuppe liegt, zu führen.

Man zieht die Linie von a nach c, wo eine Schlucht einspringt, von da, um derselben Gefälle zu geben und auch den Umweg etwas zu verringern, nach d, dann weiter entweder mit gleichem Gefälle über e, oder in gerader Linie über f nach b.

Die Linie cdeb hat 700°, cdfb 695°, und die gerade Linie ebg 680°; der Punkt g liegt über der höchsten der beiden Linien um 160 und 140′, also könnte ein Umweg von wenigstens 430 und 120′ gemacht werden. Da der Unterschied der Längen aber nur 20 und 15° beträgt, so sind die Linien cdeb oder cdfb vorzuziehen.

Wenn die Straße eine Senkung oder eine Scheidecke überschreiten soll, so führt man sie vom tiefsten Punkte der Wasserscheide mit Gefällen von 4 bis 5″ im Abhange bis auf den Bergrücken. Auf diese Art wird zwischen h und b (Fig. 22.) die Linie von h aus mit 4″ Gefälle bis nach i, und von da aus mit gleichmäßigen, geringern Gefälle nach b geführt.

Man hätte in diesem Falle wohl die gerade Linie bh ziehen können, welche im Abhange nur Gefälle zwischen 7 und 8″ hat; die Linie bih ist aber nur um 15° länger, und daher wegen ihrer schwachen Gefälle vorzuziehen. Auf die nämliche Art verfährt man bei allen auf den Bergrücken, der Länge nach, vorkommenden steilen Abhängen.

Der Bergrücken ist manchmal durch mehrere, am Fuße sich berührende Kuppen unterbrochen. Alsdann verbindet man zuvörderst die Endpunkte der Straße auf den Bergrücken durch eine Linie von gleichmäßigem Gefälle, und versucht, die Abhänge der Kuppen mit Steigen von schwachem Gefälle zu überschreiten. Wenn diese vortheilhaft sind, so werden sie angenommen, wo nicht, so behält man die Linie mit gleichmäßigem Gefälle bei, in so fern sie ein größeres als das mindeste Straßengefälle hat. Wenn die-

ses aber nicht der Fall ist, so verlegt man sie etwas aufwärts oder abwärts.

Es seyen die Punkte a und b (Fig. 23.) durch eine Straße zu verbinden.

Sie sind um ungefähr 1600°, nach den Krümmungen der Abhänge gemessen, von einander entfernt, und haben einen Höhenunterschied von 60′; die Linie von gleichmäßigem Gefälle wird also $\frac{60'}{1600°}$ oder 0″,45 Fall auf die Ruthe haben. Mit diesem Gefälle wird die Linie acdefghb abgesteckt.

Da der Grundriß des Terrains in der Ausführung die Horizontalen nicht enthält, so wird der Höhenunterschied zwischen a und b mit dem Barometer gesucht, und, wenn er im Verhältniß zur Länge unbedeutend seyn sollte, eine Horizontale auf dem Terrain abgesteckt.

Man versucht nun zwischen den Punkten e und g die Linie eig mit Gefällen von 4″, ersetzt aber den Theil eik, welcher einen Umweg macht, durch die schwach steigende Linie elk, und findet also elkg. Sie ist etwas kürzer als efg, hat nur schwache Gefälle, und ist daher vorzuziehen. Eben so findet man zwischen c und e die Linie cme, welche um 100° kürzer als cde ist. Da der Höhenunterschied 50′ beträgt, so ist erstere vorzuziehen. Man verändert nunmehr die übrigen Theile der ersten Linie, die ein zu schwaches Gefälle haben, und findet die Linie ancmelkgphq.

Nur dann, wenn die Linie des gleichmäßigen Gefälles zu große Umwege macht, — wenn nämlich die Abdachungen der Kuppen nach dem Thale hin sehr flach sind, oder dieselben weit vorspringen, — verläßt man jene ganz, und führt die Straßenlinie mit schwachem Steigen und Fallen ungefähr in der allgemeinen Richtung fort.

Die gleichmäßigen Gefälle werden auf den Bergrücken eben so, wie bei den Steigen abgesteckt, und diese Arbeit

geht, bei den hier meistens vorkommenden schwach gekrümmten Abhängen, besonders mit dem Astrolabio, beinahe so geschwind, als das Abstecken einer geraden Linie; die Zeit zum Aufstellen des Instruments, mit dem man von einem Standpunkte aus oft eine große Länge durchvisirt, macht ungefähr den ganzen Unterschied aus.

Es ist zu bemerken, daß bei schwachen Krümmungen die Entfernung und der Höhenunterschied der Endpunkte nicht bekannt seyn muß, sondern man stellt das Astrolabium auf dem einen Endpunkte, und den Nivellirstab, dessen Scheibe auf die Instrumenthöhe gerichtet wird, auf dem andern Endpunkte auf, visirt auf die Mitte der Scheibe, und erhält so ohne Berechnung die anzunehmende Neigung. Das Fernrohr wird in dieser Neigung festgestellt, und man bestimmt die Zwischenpunkte wie §. 39. zu 3.

Dieses Verfahren setzt jedoch voraus, daß der zweite Endpunkt vom ersten aus sichtbar ist.

§. 43. Das Ueberschreiten einer Wasserscheide höherer Ordnung, welche zwei Hochstraßen trennt, findet dann einige Schwierigkeit, wenn die gerade Entfernung des höchsten und niedrigsten Punktes $< \left(\frac{24\ \mathrm{h}}{\alpha+\beta}\right)^{\circ}$ (§. 33.). Dieser Fall kommt häufig vor, weil in der Nähe der Wasserscheiden das Terrain gewöhnlich steiler ansteigt als das größte Straßengefälle. Die Straße wird zwischen beiden Punkten als eine Steige behandelt, und nach §. 33. abgesteckt.

Manchmal steigt auch die Hochebene nach der Wasserscheide höherer Ordnung auf eine längere Strecke ziemlich flach, weiterhin aber bis zum höchsten Punkte steil wie eine Thalwand an. Alsdann wird, je nachdem die allgemeine Straßenrichtung senkrecht auf der Richtung der Wasserscheide ist, oder einen spitzen Winkel mit ihr macht, das 2te oder 3te Verfahren des §. 36. angewendet.

§. 44. Außer den bereits angegebenen Bedingungen,

daß die Hochstraßen so gerade und eben als möglich gelegt werden müssen, ist noch folgendes zu erfüllen:

1) Sie sollen nicht über 4″ Gefälle auf die Ruthe haben. Wenn man nach den oben gegebenen Vorschriften verfährt, so wird man dieses Gefälle überall ohne beträchtliche Umwege beibehalten können. Nur bei Ueberschreitung der Wasserscheiden höherer Ordnung wird man manchmal ein stärkeres Gefälle annehmen müssen. Auf kurzen Strekken, in welchen das Terrain ein stärkeres Gefälle hat, wird der niedrigere Theil so hoch ausgefüllt, daß die Straße das vorgeschriebene Gefälle erhält.

2) Es ist hier zwar nicht so wesentlich nöthig, die Straße auf die südlichen oder westlichen Abhänge zu legen, als bei den Steigen, weil die Abhänge viel flacher als die Thalwände sind; indessen muß es doch geschehen, wenn daraus kein wesentlicher Nachtheil entsteht.

3) Wird man die Richtung so annehmen, daß man auf 1 bis $1\frac{1}{2}$ Meilen Länge einen bewohnten Ort trifft, und man wählt diejenigen Orte aus, welche man mit dem geringsten Umwege oder den kürzesten Steigen berühren kann.

4) Wo es sich ohne Nachtheil für die Richtung der Straße thun läßt, legt man sie so nahe als möglich an die Steinbrüche und Kieslagen, welche das Material zu ihrer Erbauung uud Unterhaltung liefern.

5) Sind die Stellen, an welchen der Fels auf eine größere Ausdehnung am Tage liegt, bei der Wahl der Straßenlinie zu vermeiden, weil die Arbeiten in Felsen, wenn diese, wie in den schwachen Abhängen der Bergrücken, nur auf etliche Zoll oder auch auf 2 bis 3′ Höhe wegzubrechen sind, sehr viel theurer als Erdarbeiten werden. Ganz besonders sind sie zu vermeiden, wenn das daraus zu fördernde Material zur Steinbahn nicht brauchbar ist.

6) Nasse Stellen und kleine Sümpfe von wenigen

Fußen Tiefe, wenn sie nicht füglich zu umgehen sind, können nicht verursachen, daß man eine sonst zweckmäßige Linie verlasse. Größere Sümpfe oder Torfmoore können dadurch vermieden werden, daß man die Straße nach der Thalwand hin verlegt.

Wenn diese Verlegung ohne große Umwege nicht ausführbar ist, so wird die Straße nach den Vorschriften durchgeführt, die bei den Straßen gegeben werden.

Ueber das Abstecken der Thalstraßen.

§. 45. Wir betrachten zuerst die engeren Gebirgsthäler. Diese werden mehr oder weniger von hohem Wasser überschwemmt, mithin ist die Straße so zu legen, daß sie wasserfrei bleibe. Hauptstraßen, von denen der Verkehr eines großen Landstriches oder dessen Verbindung mit Nachbarstaaten abhängt, müssen also über den bekannten höchsten Wasserstand eines Thales gelegt werden.

Diese Einrichtung ist aber, besonders wenn die Thalebene niedrig liegt, sehr theuer, so daß es, da solche höchste Wasserstände nur auf einen oder einige Tage in einem Zeitraume von 30 und mehreren Jahren eintreten, bei weniger wichtigen Straßen hinreicht, sie um 1 oder 2 Fuß über den höchsten Wasserstand, der in einem Durchschnitte von 5 bis 6 Jahren eintritt, zu legen. Dieser ist meistens niedriger als das höchste bekannte Wasser stand.

In diesem Falle legt man die Straße an die Thalwand auf eine hinreichende Höhe, und giebt ihr durch Auf- und Absteigen das nöthige Gefälle, wenn die Neigung des Thalwegs nicht schon stärker, als das angenommene mindeste Straßengefälle seyn sollte.

Unmittelbar nach der Bedingung, die Straße wasserfrei zu erhalten, kommt die zweite, sie, wo nur immer möglich, auf die südliche oder westliche Seite zu legen. Diese Lage ist, besonders in den engen Thälern, noch wich-

tiger als bei Steigen, weil jene viel weniger von der Sonne beschienen werden, und ein geringeres Gefälle haben, das Wasser also der Länge nach weniger abzieht. Wenn man nicht sehr hartes Material zur Unterhaltung der in engen Thälern und auf der Nordseite liegenden Straßen hat, so ist der Materialienbedarf oft doppelt so groß, als bei andern südlich gelegenen.

Man legt die Straßenlinie nur dann an die Thalwand, wenn es der niedrigen Lage der Thalebene wegen zur Sicherung der Straße gegen Ueberschwemmungen durchaus nicht zu vermeiden ist, sonst umgeht man sie, weil die Erd- und Felsenarbeiten dort viel beträchtlicher als in der flachen Thalebene sind, und man zur Unterhaltung der Straßengräben genöthigt ist, alles Material, welches die Verwitterung oder der Platzregen von der Höhe herunterbringen, fortzuschaffen, wenn auch die Straße nicht, wie es im steilern Gebirge oft geschieht, durch Erdstürze gesperrt werden kann. Auch darf sie nicht ohne Nothwendigkeit dicht an den Bach gelegt werden, um die Kosten der Uferbauten und deren Unterhaltung, welche bei den in keinem regulirten Bette fließenden Gewässern gewöhnlich beträchtlich sind, zu vermeiden.

Man nimmt, um sowohl vom Bache als von der Thalwand entfernt zu bleiben, an den vorspringenden Ecken beider, 2 bis 10 Ruthen davon entfernte Punkte, je nach der Breite des Thals, an, und verbindet sie durch gerade Linien, welche die Straßenrichtung geben. Solche Linien haben gewöhnlich ein stärkeres Gefälle, als das angenommene Minimum; sollten einzelne Theile es nicht haben, so sucht man es durch Verlegung der Linie zu erreichen.

In einer übrigens geraden Thalstrecke wird man sich durch einzelne, einspringende Serpentinen des Bachs nicht abhalten lassen, die Straße gerade zu führen, sondern man legt auch den Bach streckenweis gerade, so daß er von der Straßenlinie entfernt wird.

§. 46. An concaven Ufern läuft der Bach oft dicht wider die Thalwand, alsdann kann mit Legung der Straße auf mehrere Arten verfahren werden.

1) Wenn die Thalwand sehr steil und am andern Ufer Vorland vorhanden ist, so verlegt man den Bach ganz oder theilweise nach der andern Seite, und schüttet den Straßenkörper in das alte Bachbett aus.

2) Manchmal ist die Wand nur auf 30 oder 40′ Höhe steil, und flächt sich dann sehr merklich ab; alsdann führt man die Straße mittelst einer Steige von 3 bis 4″ Gefälle auf diese Höhe, darauf bis zur nächsten Thalebene fort, und von dieser mit einer ähnlichen Steige wieder hinunter. Dieses Mittel sollte man aber nur bei sehr reißenden Gewässern anwenden, deren Angriff durchaus vermieden werden muß.

3) Ist die Thalwand nicht steil, so wird die Straße zur Hälfte hineingelegt.

Die in dem 1sten und 3ten Falle zu gebrauchenden Schutzmittel gegen den Bach werden bei der speciellen Projektirung der Straßen angegeben (§. 59.).

4) Man überschreitet den Bach mittelst einer Brücke, bleibt auf dem convexen Ufer so lange als es nöthig ist, und geht dann auf das andere mit einer zweiten Brücke zurück.

Welche Ausführungsart, die 1ste und 2te oder die 4te, den Vorzug verdient, läßt sich meistens nur durch eine vergleichende Veranschlagung der Kosten der ersten Anlage und der künftigen Unterhaltung beider Linien mit Zuverlässigkeit bestimmen.

Das letzte Mittel ist dann unbedingt zu wählen, wenn die concave Thalwand viele Quellen enthält, welche den Boden erweichen, oder aus losem Gerölle oder verwitterten Felsenlagern besteht, aus denen bei Thauwetter oder Platzregen Steinmassen herunterstürzen, welche den Vorbeikommenden gefährlich werden. Quelligte Böschungen

von geringer Ausdehnung kann man aber durch starke Futtermauern, und loses Gerölle von mäßiger Höhe abräumen, wodurch Material zum Straßenbau gewonnen wird. Wenn sich dieses Gerölle zu weit in der Thalwand hinaufzieht, um weggeräumt werden zu können, so läßt es sich doch oft mit trocknen Terrassenmauern, welche auf dem festen Fels in verschiedenen Höhen des Abhangs gebaut werden, befestigen. (S. §. 79—81.)

Manche Seitenthäler legen das mitgebrachte Gerölle, welches der Hauptbach seines schwächern Gefälls wegen nicht fortschaffen kann, in der Gestalt eines halben Kegels in der Thalebene nieder. Im Mittelgebirge ist die Höhe dieser Kegel gewöhnlich unbedeutend, im höhern beträgt sie aber oft etliche hundert Fuß. In Beziehung auf den Straßenbau kommt es besonders darauf an, ob die Kegel schon beendigt, oder noch in der Ausbildung begriffen sind. Man kann das erstere annehmen, wenn der Seitenbach sich schon sein Bett in den Kegel ausgegraben hat, das er bei hohem Wasser nicht mehr übersteigt. In diesem Falle wird die Thalstraße um den Kegel herum- und über den kleinen Bach mit einer Brücke geführt. Das nämliche geschieht bei denjenigen Kegeln, welche zwar noch nicht ganz ausgebildet sind, aber nicht mehr viel Schutt mitbringen; es wird dann oberhalb ein Bett für den Bach gegraben. Die Anlegung der Brücke erfordert einige besondere Vorkehrungen, welche §. 88. angegeben sind.

Wenn der Schutt noch in großer Masse auf dem Kegel angehäuft wird, so bleibt nichts übrig, als die Straße entweder auf die andere Seite des Hauptbachs zu verlegen, oder wo dieses nicht angeht, dieselbe mit einer Steige in die Thalwand hinauf, bis zu dem Punkte, wo der Bach schon ein geregeltes Bett hat, und dann mit einer zweiten Steige wieder herunter zu führen. (Siehe Figur 24.).

Das zweite Mittel des §. 46., die Straße in den

obern, flachen Bergabhang zu verlegen, ist auch bei Thalengen anwendbar, besonders wenn der obere Hang von keinen tiefen Schluchten durchschnitten ist. Finden sich aber tiefe Schluchten, so bleibt nichts übrig, als den Bach auf die eine Seite zu verdrängen, und ihn nur das für das größte Hochwasser nöthige Querprofil zu lassen.

Bei vorspringenden Bergrücken, welche eine bedeutende Krümmung des Thals verursachen, versucht man, ob es nach §. 38. vortheilhafter ist, die Straße mit schwachen Gefällen darüber zu führen. Wenn es nur schmale Felsenrippen sind, so bricht man sie durch; sind sie etwas länger, so führt man die Straße mittelst eines Stollen durch. In beiden Fällen wird sie auf die geringste Breite gebracht.

Sumpfige Stellen werden nach den Vorschriften der §§. 102 und 104. überschritten.

§. 47. Die Bestimmung der Straßenlinien in weiten Thälern oder Ebenen und im flachen Hügellande *) ist leichter als die vorigen. — Die Straße wird so kurz als möglich, nämlich in der Regel nach geraden Linien, welche sehr stumpfe Winkel unter sich machen, fortgeführt, und man berührt alle in der Richtung liegende Dörfer, wodurch sich das ganze Projekt in eine gewisse Anzahl kleinere vertheilt. Zu lange, gerade Linien darf man aber nicht annehmen, denn eine Linie von einer Meile Länge, die man ganz übersieht, ist dem Reisenden im schnellsten Fuhrwerke durch den einförmigen Anblick der Umgebungen unangenehm; dem Fußgänger scheint der Weg aber schon ungemein lang, wenn er eine gerade Strecke von einer halben Meile zu durchgehen hat. Man sollte also eine halbe Meile als die größte Länge einer geraden Straßen-

---

*) Unter flachem Hügellande wird hier das Terrain verstanden, in welchem die Höhenunterschiede auf kurzen Strecken nicht über 40 bis 50′ betragen.

linie, die man ganz übersehen kann, und auch nicht, wie es bei der Einführung des Straßenbaus in Deutschland Mode war, die Kirchthürme als Richtpunkte annehmen, weil der beständige Anblick einer hohen Thurmspitze, die in der Mitte des Weges zu stehen scheint, durchaus nicht erfreulich ist.

Die Winkelpunkte sind durch Hindernisse, als Senkungen, Sümpfe, Anhöhen, deren Ersteigung nicht nöthig ist, durch ungefähr parallel mit der Straße laufende Bäche u. s. w. gegeben.

Um die Straße möglichst trocken zu legen, führt man sie auf den Rücken hin, die eine Art von Wasserscheide bilden, oder wo diese nicht vorkommen, über den trockensten Boden, nämlich lehmigten, grobkörnigen Sand, sandigen Lehm oder Pflanzenerde.

Eben so sehr als der nasse Boden ist auch, wo es thunlich ist, der zu trockne Boden, nämlich feinkörniger oder gar Flugsand zu vermeiden, weil es schwer ist, ihm ohne Beimischung von Lehm die erforderliche Haltbarkeit zu geben.

Im flachen Hügellande können in der Regel die geraden Linien wie in der Ebene durchgeführt werden. Ihre Abdachung ist meistens so flach, daß sie unbedingt als Straßenrichtung angenommen werden kann. Wenn sie stärker seyn sollte, so läßt sich durch Abtragen der Höhe und Ausfüllung der Vertiefung das Gefälle brechen. Nur selten wird man genöthigt seyn, die gerade Linie zu verlassen, und eine Steige anzulegen, aber in keinem Falle dürfen diese bei Straßen in der Ebene und im flachen Hügellande über 4″ Gefälle auf die Ruthe haben. Uebrigens wird die Straßenlinie eben so aufgesucht, als bei den Hochstraßen (§. 41.).

Ueber das Abstecken der geraden Linien durch Waldungen kann man Crelle's schon angeführtes Handbuch des Feldmessens (§. 67 u. f.) nachlesen.

Man führt, wenn es, ohne dem Zwecke dieser Stra-

ßengattung zu schaden, geschehen kann, diese über die Stellen, welche die reichsten Kieslager (§. 129.), eine große Masse von Feldsteinen oder Steinbrüche zur Anlegung und Unterhaltung derselben enthalten.

Die Führung der Straße durch Sümpfe wird in den §§. 102 und 104. abgehandelt werden.

Drittes Kapitel.

Querprofile der Straßen.

§. 48. Alles bisher Gesagte bezog sich blos auf die Richtung oder das Längenprofil der Straßen; um sie ganz zu bestimmen, ist aber noch die Betrachtung des Querprofils nöthig.

Die Straßen sind zum bequemen Fortkommen von Fußgängern, Reitern, Saumthieren und Wagen bestimmt; es wird daher zu untersuchen seyn, wie diesem Zwecke für jede besondere Art der Benutzung zu entsprechen ist. — Der Mensch geht am leichtesten und ermüdet auf die Dauer am wenigsten auf bloßer Erde, wenn sie fest und nicht kothig ist. Zu fest darf sie aber während der Trockenheit nicht seyn, weil die Fußsohlen sich sonst zu sehr erhitzen. Für Pferde und Saumthiere wird das Gehen auf nasser Erde schon beschwerlich, weil die Hufe durch das größere Gewicht des Körpers etwas einsinken, und das Herausziehen des Hufs einen Theil der Kraft wegnimmt, der zum Fortschreiten oder zum Lasttragen bestimmt ist. Das Fuhrwerk kommt bei nasser Witterung auf einem stark befahrnen Erdwege nur schwierig oder gar nicht fort, denn die Räder drücken sich durch das Gewicht der Ladung in den Boden ein, und die Zugthiere bedürfen zur Ueberwindung der Reibung und zum Herausziehen der Räder aus den Löchern mehr Kraft, als zum Fortbringen der Last auf einem guten Wege bestimmt ist. In der trocknen Jah-

reszeit wird aber alles Fuhrwerk, welches keine schwere Lasten fortbringt, auf bloßen Erdwegen recht gut fortgezogen.

Es folgt hieraus, daß:

1) bei nasser Witterung für Menschen auf der Straße ein Raum von Erde hinreicht, welche mit dünnem Sand beschüttet wird, wenn die Erde aus Thon oder fettem Lehme besteht.

2) Da Pferde nur auf einer festeren Unterlage gut fortkommen, ohne jedoch eines so festen Weges als das Fuhrwerk zu bedürfen, ihre Bahn mit einer dünnen Lage steinigen Materials bedeckt seyn muß. Eine ganz feste Unterlagen ermüdet sie schneller, daher man nur dann, wenn die Geldmittel nicht hinreichen, um der Straße die gehörige Breite zu geben, die Pferde und Saumthiere auf der Bahn der Fuhrwerke gehen läßt.

3) Da Fuhrwerk nur auf einer festen Unterlage gut fortbewegt werden kann, für dasselbe eine Steinbahn nöthig ist. Eine Erdbahn neben der letztern ist aber auch für das leichtere Bauernfuhrwerk und die Reisewagen sehr nützlich, weil darauf die Füße der Zugthiere weniger leiden, der Beschlag der Pferde und Wagen mehr geschont wird, und für die Reisenden die schnelle Bewegung auf einem Erdwege angenehmer ist, als auf einer Steinbahn, wenn diese nicht völlig glatt erhalten werden kann. Die Erdbahn wird Sommerweg genannt. Der Sommerweg, auf welchen man übrigens bei einer daneben liegenden glatten Steinbahn nur durch Polizeimaßregeln das sämmtliche Fuhrwerk bringen kann, fällt weg, wenn die Geldmittel seine Anlage nicht erlauben. Auch in längern Steigen von mehr als 6″ Fall auf die Ruthe wird er weggelassen, theils weil ein Erdweg mit einem solchen Gefälle leicht ausgeflößt wird, theils auch, weil die Erdarbeiten in steilen Abhängen mit jedem Fuß Mehrbreite beträchtlich zunehmen.

Auf einer sehr frequenten Straße, welche von sehr vielen Frachtwagen und anderem Fuhrwerke befahren wird,

ist ein Sommerweg unzweckmäßig, weil er bei trocknem Wetter bald so staubig wird, daß er nicht wohl mehr befahren werden kann; alsdann wird die Hauptbahn für das Frachtfuhrwesen gepflastert, weil (nach §. 15.) auf Pflaster größere Lasten als auf andern Steinbahnen mit der nämlichen Zugkraft fortgebracht werden können, und der Sommerweg wird durch die gewöhnliche Steinbahn ersetzt.

§. 49. Die geringste Breite, welche man einer Straße geben kann, die nicht von schwerem Fuhrwerke befahren wird, ist 18′, nämlich:

1) Pfad für zwei Fußgänger, die sich ausweichen 3′,
2) Steinbahn für zwei beladene Wagen, welche sich ausweichen 12,
3) Raum zum Aufsetzen des Unterhaltungsmaterials der Steinbahn 3,

zusammen 18′.

Hier wird angenommen, daß die Reiter auf der Steinbahn bleiben, und daß, wenn zwei breitgeladene Wagen sich begegnen, der eine bei dem Ausweichen das eine Rad auf den Fußweg setzt.

Die größte Breite sehr frequenter Straßen ist von 50 bis 60′, nämlich im Mittel:

1) Pfad für drei Fußgänger, die sich ganz bequem ausweichen . . . . . 6′,
2) Pfad für zwei Reiter 6,
3) zum Aufsetzen der Unterhaltungsmaterialien 4,
4) Fahrbahn für zwei breitgeladene Wagen, die sich ausweichen, ohne dem Rande zu nahe zu kommen 20,
5) Sommerweg oder gepflasterte Bahn zum Ausweichen zweier Wagen 16,

Summa 52′.

Die Straßen haben gewöhnlich eine Breite, welche zwischen den oben angegebenen begriffen ist, z. B.

Wenig frequente Straßen, ohne Sommerweg.

Fußpfad	4′,
Fahrbahn	12,
Für die Materialien	4,
	20′.

Desgl. mit Sommerweg.

Fußpfad und Raum für Materialien	6′,
Fahrbahn	12,
Sommerweg	12,
	30′.

Bei einer größern Frequenz.

a) ohne Sommerweg.

1) Fußweg	6′,
2) Fahrbahn	16,
3) Reitweg und für die Materialien	6,
	28′.

b) mit Sommerweg.

1) Fußweg und Raum für die Materialien	8′
2) Fahrbahn	16,
3) Sommerweg	16,
	40′.

Stark befahrene Handelsstraßen.

a) ohne Sommerweg.

1) Fußweg	8′,
2) Fahrbahn	20,
3) Reitweg und für die Materialien	8,
	36′.

b) mit Sommerweg.

1) Fußweg und Raum für die Materialien	10′,
2) Fahrbahn	20,
3) Sommerweg	16,
	46′.

Wenn auf einer Straße schon einzelne Strecken gebaut sind, so erkennt man durch den befahrnen Theil der

Steinbahn, welcher nicht mit Gras bewachsen ist, leicht die derselben zu gebende Breite. Auf vielen Straßen, welche eine 20′ breite Steinbahn haben, zeigt der Graswuchs, daß eine Breite von 14 oder 16′ hingereicht hätte; die Breite der Fußwege kann man eben so bestimmen. Eine Ausnahme machen die Heerstraßen, auf welchen sich manchmal große Truppenmassen fortbewegen sollen; diese dürfen nie schmaler als 30′ seyn, wenn der gewöhnliche Verkehr auch noch so gering wäre.

Jede Straße muß von der Einmündung einer andern an eben so verbreitert werden, als sich ein Bachbett verbreitert, nachdem es Nebenbäche aufgenommen hat.

Ueber die Breite, welche den Straßen in verschiedenen Ländern gegeben werden, kann man die verschiedenen Werke über Wegebau, namentlich Wesermanns Taschenbuch für Straßenbaubeamte, Düsseldorf 1814, Seite 232, nachlesen.

§. 50. Auf einer Straße, deren Querschnitt horizontal wäre, würde es sich allerdings am bequemsten gehen, reiten und fahren lassen. Diese Form ist aber nicht anwendbar, weil auf einer Straße, mit wenigem Gefälle des Längenprofils, alles Wasser stehen bliebe, und dieselbe versumpfte; in Steigen das Wasser aber der Länge der Straße, als der Linie der größten Gefälle nach, liefe, und dieselbe ausflößte. Das Wasser muß also im Querschnitte der Straße ein Gefälle finden, nach welchem es abzieht, und dieses kann auf drei Arten geschehen:

1) Das Wasser wird nach der Mitte geleitet. Diese Stelle müßte gepflastert werden, weil sonst bei geringem Gefälle das Wasser dort steben bliebe, und bei größerem die Straße ausflößte. Allein abgesehen von der Unbequemlichkeit, welche eine solche Rinne für das Fuhrwerk hätte, ist diese Bauart nicht anwendbar, weil sie bei heftigem Regen durch die Wassermenge, und im Froste durch Glatteis die Straße unfahrbar macht. Sie wurde in frühern Zeiten

ten bei Bergwegen manchmal angewendet, weil man dadurch in der Breite etwas gewinnt.

2) Das Wasser wird nach der einen Seite der Straße geleitet, wodurch der Querschnitt aus einer geneigten, geraden Linie besteht. Die Neigung der Linie auf den Horizont darf aber nur schwach seyn, weil sonst das Fahren beschwerlich würde.

Auf Straßen mit geringem Gefälle ist diese Bauart nicht anwendbar, weil die geringste Spur, welche ein Wagen einfährt, den Abzug des Wassers hemmt, und dieses auf etliche Fuße weit staut, wodurch die Straße feucht bleibt. Brauchbar ist ein solcher Querschnitt in Steigen, weil diese bei gehöriger Unterhaltung nie feucht sind, und man das Wasser bequem ableiten kann. Alsdann wird die Straße nach dem Berge hin geneigt, wodurch das Fuhrwerk vom Abhange, der gewöhnlich hohe Böschungen hat, weg und nach dem Berge hin gewiesen wird, so daß man dadurch in vielen Fällen die Geländer erspart.

3) Das Wasser wird nach beiden Seiten der Straße abgeleitet. Diese Form, in welcher der höchste Punkt der Straße ungefähr in die Mitte zu liegen kommt, ist die gewöhnliche. Welches die zweckmäßigste Form dieses letztern Querprofils ist, wird in §. 70 nachgewiesen werden.

Wenn die Straße höher als das anstoßende Terrain liegt, so erhält der Erdkörper desselben oder das Planum nach dieser Seite einen Abhang, den man Böschung nennt. Liegt sie aber niedriger, so wird sie vom Terrain durch einen Graben zur Ableitung des Straßen- und Bergwassers und besonders zur Entwässerung des Straßenkörpers getrennt. Er enthält ebenfalls eine Böschung nach der Straße, eine horizontale Sohle und eine zweite Böschung nach außen.

§. 51. Die Wölbung der Steinbahn oder die Erhöhung der Mitte über den beiden Rändern, hängt von

Bayerische Staatsbibliothek München

dem Gefälle des Längenschnitts der Straße, der Sorgfalt der Unterhaltung und der Festigkeit des Materials ab.

Man sucht sie so sehr zu vermindern, als es der nöthige Abzug des Wassers erlaubt, weil auf einer sehr gewölbten Steinbahn alles Fuhrwerk sich genau in der Mitte hält, um der Gefahr zu entgehn, auf dem steilen Abhange am Rande umzuwerfen, wodurch die Mitte ausgefahren wird, und in einem schlechten Stande bleibt, während auf dem Rande das Gras wächst. Ein anderer Nachtheil des Fahrens auf diesem steilen Abhange besteht darin, daß die Naben dort nicht, auf ihre ganze Länge gleichmäßig reibend, um die Achse laufen, sondern diese nur in einem Punkte berühren, also ausschleifen, und die nöthige Zugkraft vermehren.

Wenn die Gefälle größer als 2″ auf die Ruthe sind, die Unterhaltung sorgfältig und das Material sehr hart ist, so reicht eine Wölbung von 3″ auf eine Breite der Steinbahn von 20′ völlig hin. Bei einem geringern Gefälle des Längenschnitts, wenigern Geldmitteln zur Unterhaltung und weicherem Materiale wird sie stärker und 6″ hoch. Auf einer solchen Wölbung fährt es sich noch überall sehr bequem, und man wird nie die Ränder vom Fuhrwerke vermieden sehen. Sie wird daher jetzt meistens angewendet. Als stärkste Wölbung sind 8″ auf 20′ zu betrachten, und diese darf nur bei einer beengten Lage der Straße und weichem Materiale gebraucht werden; für eine geringere Breite der Steinbahn wird die Wölbung verhältnißmäßig kleiner, bei 16′ von 5″, bei 12′ von 4″.

Wenn das Längenprofil ein Gefälle von mehr als 4″ auf die Ruthe hat, so reicht auf 20′ Breite eine Wölbung von 4″ bei gutem und von 6″ bei weichem Materiale hin. Ein gleiches Gefälle giebt man der Fahrbahn, wenn die Straße in Steigen eine nach dem Berge hin geneigte, gerade Linie zum Querschnitte hat (§. 50. 2).

§. 52. Der Sommerweg wird aus dem vorhandenen

Boden angelegt, welchen man, wenn er aus Thon und fettem Lehme besteht, mit dem nöthigen Sande, und wenn er aus losem Sande besteht, mit etwas Lehm auf eine Höhe von 6″ vermischt, damit die Oberfläche aus einem magern Lehme gebildet werde. Wenn Kies in der Nähe vorfindlich ist, beschüttet man ihn wohl einige Zoll hoch damit. Der Querschnitt des Sommerweges ist eine gerade Linie, welche nach dem Straßenrande um $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$″ auf jedem Fuß der Breite geneigt wird.

Diejenigen Fußwege sind die besten, welche aus etwas lehmigem Sande oder aus steiniger Erde bestehen. Sie werden eben so wie die Sommerwege bereitet, aber nur auf eine Höhe von 3″, und nicht mit Kies bedeckt, welcher dicker als 1″ ist. — Ihr Querschnitt ist auch eine gerade Linie mit dem nämlichen Gefälle als bei den Sommerwegen.

Die Reitwege werden mit einer 3″ hohen Lage undurchgeworfenen Kieses oder Steinschuttes bedeckt, alle darin befindlichen Steine aber zu einer Dicke von $\frac{3}{4}$ bis 1″ zerschlagen. — Ihr Querschnitt ist eine gerade Linie mit dem nämlichen Gefälle wie bei den Sommerwegen.

§. 53. Diejenigen Gräben, deren Sohle parallel mit dem Straßengefälle ist, welche also eine überall gleiche Tiefe unter dem Straßenrande haben, erfordern bei ihrer Anlegung die wenigsten Erdarbeiten, weshalb man sie auch gewöhnlich so legt. Wenn hingegen äußeres Wasser parallel mit der Straße abgeführt werden muß, wie bei Mühlengräben und Wiesenwässerungen, so kann man die Sohle auch ausnahmsweise parallel mit dem Straßengefälle legen; in der Regel muß dann der Graben ein durch den Zweck der Wasserleitungen bedingtes Gefälle haben.

In Ebenen von sandigem und kiesigem Untergrunde, oder in welchen das Terrain kein Gefälle nach der Straße hat,

führt man die Gräben manchmal nicht durch, sondern läßt sie auf Strecken von 2 bis 4 Ruthen Länge auswerfen, und zwischen diesem und dem nächsten Graben bleibt ein Zwischenraum, der mit dem Straßenrande ungefähr gleiche Höhe hat. Diese Einrichtung hat den Vortheil, daß man für den Ablauf des Wassers an den niedrigsten Stellen nicht zu sorgen hat, und daß die Ackerfuhren ohne Grabenbrücken an allen Stellen von der Straße auf die Felder gelangen können. Das Wasser, welches bei langem Regenwetter in diesen Gräben stehen bleibt, giebt aber der Straße eine häßliche Einfassung, und schlammt aus Mangel an Abfluß öfters die Gräben zu, welche auch, um den Straßenkörper trocken zu erhalten, tiefer als gewöhnlich seyn müssen. Ich mag daher diese Einrichtung nicht empfehlen.

In der Nähe von Städten und Dörfern läßt man mitunter, um eine hohe Grundentschädigung zu sparen, die Gräben auf beiden Seiten weg, und pflastert die beiden Fußwege als Trottoirs, welche am innern Rande eine Rinne zum Abflusse des Straßenwassers erhalten (§. 78.).

Die Grabenböschung nach der Straße hin wird anderthalbfüßig, nämlich sie erhält zur Basis anderthalbmal die Tiefe. Eine steilere Böschung wird, wenn der Boden auch fest ist, durch die daneben gehenden Fußgänger bald ausgetreten, und beraset sich auch nicht leicht.

Die Breite der Grabensohle richtet sich nach der Menge des abzuführenden Wassers, und wird, da man für die Entfernung desselben von der Straße auf alle Weise sorgt, selten groß, daher in der Regel eine Breite von 1 bis $1\frac{1}{2}'$ hinreicht.

Die Tiefe muß ebenfalls zur Abführung des Wassers und außerdem zur Entwässerung des Straßenkörpers hinreichend seyn. Wenn nicht viel Wasser abzuführen, der Boden auch ziemlich trocken ist, so reicht eine Tiefe von 1′ 6″ hin, bei quelligem oder gar sumpfigem Boden wird

aber 2′ bis 2′ 6″ angenommen. — Auch dann, wenn die Umstände eine höhere Lage der Straße erfordern, gewinnt man die dazu nöthige Erde dadurch, daß man die Gräben breiter und tiefer macht.

Um die Neigung der äußeren Böschung zu bestimmen, beobachtet man die in der Nähe befindlichen steilsten Böschungen von der nämlichen Erdart an Feldern und Hohlwegen, welche noch gut beraset sind, und giebt der Grabenböschung die nämliche Steilheit. Jedenfalls muß sie wenigstens einfüßig seyn.

Wenn die Straße durch Felsen geht, richtet sich die Böschung danach, ob diese mehr oder weniger verwittern, oder ganz derb sind. Im ersten Falle wird die Böschung $\frac{1}{5}$- bis $\frac{1}{10}$füßig oder ganz senkrecht; an Stellen, welche durch steile Felsen, die ohne weiche Schichten und durchaus derb sind, beengt werden, läßt man die Böschung auch wohl mitunter um $\frac{1}{5}$ der Höhe überhängen. Ein solches Profil, welches eine beständige Aufsicht erfordert, um bei Zeiten alle oberen, den Einsturz drohenden Felsenmassen wegzuräumen, sollte nur dann, wenn es der Kosten wegen nicht zu vermeiden ist, angewendet werden.

Böschungen von mehr als 25′ Höhe in einem nicht ganz festen Boden werden nicht nach einer geraden Linie angelegt, sondern von 10′ zu 10′ Höhe mit 3′ breiten Bermen versehen, worauf sich die herunterrieselnde Erde niederlegt, ohne den Graben zu verschütten.

Gräben, welche nach dem angegebenen Maaße angelegt sind, und aus einem fruchtbaren Boden bestehen, werden sich ohne besondere Vorrichtung von selbst berasen. Nur in Steigen, deren Gräben ziemlich viel Wasser abführen, und aus Sand oder Thon bestehen, kann man die Berasung nicht abwarten, sondern belegt die Sohle mit Rasen, welcher 6″ hoch in die Böschungen hinaufreicht, entweder auf die ganze Länge, oder, wo der Rasen seltener ist, nur mit einzelnen Rasenbändern von 2 — 2½′

auf Strecken von 12 bis 15′. Sind lagerhafte Steine wohlfeil zu haben, so werden die Gräben auch gepflastert.

§. 54. Manche Abhänge befinden sich durch das Einstürzen der obern Theile, welche an den Fuß hinabrollen und sich dort niederlegen, in einer Art von Gleichgewicht, welches gestört wird, wenn man die heruntergestürzte, untere Lage wegnimmt; alsdann fängt der obere Theil wieder an, wie ursprünglich, einzusinken.

Folgende Ursachen können dieses Einstürzen veranlassen: 1) Der Boden ist sumpfig. 2) Die Erde ist auf Felsen gelagert, die mit dem Horizonte einen Winkel von 30° und mehr machen. 3) Die Böschung besteht aus ganz losem Gerölle.

In den beiden ersten Fällen legt man die Straße nur dann in einen solchen Abhang, wenn er gar nicht zu vermeiden ist. Im dritten Falle benutzt man das Gewölbe zur Steinbahn, wenn es dazu fest genug ist, und räumt es ganz weg. Ein solches Lager ist selten so mächtig, daß man mehr als ein- oder zweihundert Ruthen Straße damit bauen könnte.

§. 55. Der Sumpf in den Abhängen entsteht manchmal dadurch, daß eine Quelle oberhalb am Tage fließt, dann aber in lose Theile des Bodens einsinkt, und unterirdisch durchsickert. Der Quelle wird alsdann an der Stelle, wo sie versinkt, ein künstliches Bett mit einem 1′ hohen Lehmschlage, der die Form einer Rinne erhält, und mit einem 6″ hohen, langen Steinschutte gedeckt wird, gebaut, in welchem man sie fortleitet.

Wenn der Sumpf nicht durch sichtbar versinkendes Wasser entsteht, so muß der Abhang befestigt werden, und dieses kann auf dreierlei Arten geschehen:

1) Durch Flechtwerk.

Am Rande der Grabensohle werden 3 bis 4′ lange, 3″ dicke, grüne Weidenpfähle 1 bis $1\frac{1}{4}$′ von einander eingeschlagen, und mit Flechtwerk, wie solches bei Anlegung

von Flechtzäunen (s. Fr. Eytelwein's Faschinenbau, S. 79.) geschieht, verbunden. 2 bis $2\frac{1}{2}'$ aufwärts in der Böschung wird eine zweite Reihe Flechtwerk parallel mit der ersten angelegt, und dieses bis zur Grenze der sumpfigen Stelle fortgesetzt. — Um die Köpfe der Pfähle durch das Einschlagen nicht zu beschädigen und dadurch ihr Wachsthum zu verhindern, werden die Löcher mit einem schweren Setzeisen vorgestoßen, die Pfähle mit hölzernen Hämmern nur etwas eingetrieben, und hierauf die Köpfe wieder glatt abgeschnitten.

Diese Flechtwerke wachsen an, und befestigen durch ihre Wurzeln immer mehr den Boden.

2) Durch Futtermauern.

Sie müssen meistens in Kalkmörtel aufgeführt werden, weil trockne Mauern eine zu große Dicke erfordern, und daher wegen der Schwierigkeit, das Fundament in einem hochanstehenden, sumpfigen Boden auszugraben, nicht ausführbar sind. Wenn der Abhang im Sommer aber so vollständig austrocknet, daß man darin, so wie in jeder andern Erde, die nöthigen Abträge zum Ausgraben eines sehr breiten Fundaments machen kann, so lassen sich auch trockne Mauern anbringen. Es ist jedenfalls nöthig, auf der Höhe der Grabensohle Wasserlöcher von 6″ im Geviert, und 6 bis 8′ von einander, durch die Mauer gehen zu lassen.

3) Einen sumpfigen Abhang, der nicht über 15′ hoch ist, kann man auch dadurch entlasten, daß man ihm eine 4füßige Dossirung giebt. Die neue Böschung hat sich gewöhnlich im 2ten oder 3ten Jahre hinlänglich gesetzt, um den Straßengraben nicht mehr merklich zuzuschlämmen, und wird dann mit Weiden beflanzt.

§. 56. Wenn die Erde auf Felsen gelagert ist, welche mit dem Horizonte einen Winkel von 30° uud mehr machen, so wird außer der Aufnahme des Terrainprofils (§. 98.) noch mit dem Erdbohrer oder durch Aufgrabun-

gen die Dicke der Erdschichten an verschiedenen Stellen des Profils aufgesucht, und dann kann nach Umständen auf drei Arten verfahren werden:

1) Man trägt die Böschung mit der gewöhnlichen Abdachung ab, und erwartet über Winter, welche Wirkung diese Arbeit auf den Bergabhang äußern wird. Die heruntergestürzte Erde wird im Sommer weggebracht, und die Böschung wieder hergestellt; sie braucht 2 bis 3 Jahre, um ganz fest zu werden.

Dieses Mittel ist, wenn die Erde sehr fest ist, das wohlfeilste, darf aber nur mit großer Vorsicht angewendet werden, weil die Wiederbefestigung eines Schuttberges, der einmal in Bewegung kommt, viele Tausende kosten kann. So stürzten in den Jahren 1812 und 1813 auf der Rheinstraße bei Bacharach, wo man auch loses Gerölle und mit Lehm schwach verbundenes Gestein, auf steilen Felsen liegend, durch bloßes Abflächen festzuhalten gedachte, während des Bau's nach jedem starken Regen Erdmassen herab, deren Wegräumung mehreremale 2 — 3000 Rthlr. kostete, und jetzt ist die Böschung noch immer nicht so fest geworden, daß nicht jedes Frühjahr noch Schutt müßte weggeräumt werden.

2) Wenn der Fels mit mächtigen Erdschichten bedeckt ist. Man erkennt aus dem Querprofile die Stelle, an welcher der Fels am nächsten zu Tage kommt. Am Fuße der Böschung wird dann eine starke Futtermauer, und an oben genannten Stellen werden etwas leichtere Terrassenmauern aufgeführt, wodurch der Druck der ganzen Erdmasse nicht mehr auf die untere Mauer wirken kann. Auf diese Art wurde im Jahr 1817 eine 220′ hohe Schichte Schutt unter Bacharach mittelst einer starken Fußmauer einstweilen von der Straße abgehalten; der Eigenthümer des obern Feldes legte dann starke Terrassenmauern, aber ohne Kalkmörtel, an, welche den Boden so

befestigten, daß das Feld zu einem Weinberge benutzt werden konnte.

3) Wenn die Erdschichten nur wenig Mächtigkeit haben, und sich im Felsen Stellen finden, die nicht über 20° gegen den Horizont geneigt sind, flacht man die Erde so ab, daß die Ränder der Felsen bloß zu liegen kommen; dann bleibt die Erde in den Vertiefungen.

§. 57. Böschungen in Abhängen, die aus losem Gerölle bestehen, lassen sich durch eine trockne Fußmauer von hinlänglicher Dicke sichern, weil jenes nur einen sehr geringen Druck ausübt. Ist es aber mit Lehm gebunden, und übt also bei nassem Wetter durch die eingesogene Feuchtigkeit einen stärkeren Druck aus, so wird die Fußmauer in Kalkmörtel versetzt. Man muß die Vorsicht gebrauchen, die Mauern in einzelnen Theilen von 12 bis 18′ Länge aufzuführen, und nöthigen Falls die hinten abgegrabene Wand abzustreifen, damit das Gerölle nicht in Bewegung komme.

Mittelst solcher starken Fußmauern wurden an der Rheinstraße über Boppart 180′ hohe Abhänge von lehmigem Gerölle so befestigt, daß sie zu Bergfeldern benutzt werden.

§. 58. Die Böschungen der Straßentheile, welche höher als der anliegende Boden liegen, erhalten eine $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ füßige Dossirung, und werden eben so wie die Grabenböschungen befestigt (§. 53.)

Wenn die Straße durch eine, Ueberschwemmungen ausgesetzte Ebene zieht, und die Böschungen also von Wellen beschädigt werden können, müssen sie flacher und 2- bis $2\frac{1}{2}$ füßig werden.

In Steigen, wo das Terrain nach dem Thale hin einen steilen Abhang hat, erhält die Böschung, wenn der Straßenrand auch nur um 4 bis 5′ aufgeschüttet ist, eine größere Breite. Um sie dauerhaft anzulegen, ist es nöthig,

den Abhang treppenförmig abzutragen, und darauf den Auftrag zu schütten. Wenn der Hang aus steilen Felsen besteht, so würde eine Aufschüttung von jedem Regen beschädigt werden; es ist dann zweckmäßig, die Erddossirung durch eine trockne Futtermauer zu ersetzen.

§. 59. Böschungen, die einem heftigen Andrange von Eise oder grobem Gerölle, welches das Hochwasser mit sich führt, oder auch nur einer Strömung von 6′ und mehr Geschwindigkeit in der Sekunde ausgesetzt sind, müssen auf eine andere Art als nach §. 53 befestigt werden.

Wie man solche Stellen durch Weidenpflanzungen, Rauhwehren u. s. w. schützt, ist in Eytelwein's Faschinenbau (7tes, 8tes und 9tes Kapitel), und in v. Sechmann's Flußbau, München 1826 (1. Band 7. Abschnitt) angegeben.

Man wird aber nicht dasjenige Mittel wählen, welches nur gerade hinreicht, den nöthigen Widerstand zu leisten, weil bei einer Deckung von Ufern es zwar von keinem besonderen Nachtheile ist, wenn ein paar Ruthen Ufer durch ungewöhnliche Fluth oder durch Eisgang abgebrochen werden, bei einer Straße aber ein solcher Abbruch die Unterbrechung der Kommunikation zur Folge haben würde; hier müssen also die stärksten, wenn auch die theuersten Schutzmittel angewendet werden.

Wenn Bruchsteine in der Nähe zu haben sind, so lassen sie sich, wo eine bloße Weidenpflanzung nicht mehr hinreicht, vortheilhafter als die Holzwerke anwenden.

1) Böschungen, welche keinem sehr heftigen Andrange ausgesetzt sind, können mit einem Pflaster von Bruchsteinen gedeckt werden, und erhalten eine $1\frac{1}{2}$füßige Dossirung.

Die Steine werden in gutem Verbande auf die hohe Kante, und ihre Länge nach der Linie des größten Gefälle der Böschung gestellt. Diese Stellung ist zweckmäßiger als die gewöhnliche, bei welcher man ihre Länge nach

der Länge der Dossirung setzt, weil hier die Fugen nach der Richtung des Stromes liegen, und also leicht ausgewaschen werden. Die Steine am obern und untern Rande des Pflasters werden in Kalkmörtel versetzt, die übrigen bleiben trocken, und man keilt die breiten Fugen mit Bruchsteinsplittern aus. Diese Bauart setzt jedoch voraus, daß die Bruchsteine wenigstens 1′ 6″ lang und ziemlich lagerhaft sind.

Bei einem starken Andrange des Wassers oder kleinern, nicht lagerhaften Bruchsteinen, wird das Pflaster in Kalkmörtel versetzt; es wird 1′ bis 1′ 6″ stark.

Der Fuß des Pflasters, wenn es nicht auf Felsen steht, wird mit einer 2 bis 4′ tiefen Vorlage von schweren Steinen gedeckt. Fig. 25 stellt den Querschnitt eines solchen Pflasters vor.

2) Eine aufgeschüttete Dossirung von mehr als 12′ Höhe kann man nicht mehr mit einem einfachen Pflaster belegen, weil die aufgetragene Erde, welche jedenfalls in Schichten von 6″ Höhe sorgfältig gestampft, und, wenn die Arbeit bei trocknem Wetter geschieht, begossen werden muß, sich immer etwas ungleich setzt, wodurch im Pflaster ungleiche Senkungen und Risse entstehen, welche bei dem nächsten Hochwasser den Einsturz des Pflasters veranlassen können. Hier wird dasselbe auf ein treppenförmiges Fundament, wie in Fig. 26, gesetzt.

3) Die gepflasterten Dossirungen erfordern, um dauerhaft zu seyn, ziemlich lagerhafte Bruchsteine; wenn diese fehlen, so wird die Dossirung zweckmäßiger mit Weiden bepflanzt, zwischen welchen man die Steine auf 9 bis 12″ Dicke aufschüttet.

Diese bepflanzten und mit Steinen beschütteten Böschungen können auch an konkaven Ufern, welche einem starken Eisgange und einer Wassergeschwindigkeit bis zu 12′ in der Sekunde ausgesetzt sind, angewendet werden, wenn Raum genug vorhanden ist, um ihnen eine 3- bis

4füßige Dossirung zu geben. Wenn der Fuß nicht ganz gegen Abbruch gesichert ist, so wird er entweder durch eine Vorlage von Steinblöcken oder in deren Ermangelung durch Fußmauern geschützt, die ein oder ein paar Fuß über das gewöhnliche Wasser hervorragen.

4) In engen Thälern hat man keinen Raum für Dossirungen, und läßt die Straße durch Futtermauern tragen.

Bei geringem Andrange des Wassers, und wenn lagerhafte Bruchsteine vorhanden sind, führt man sie trocken aus, und setzt nur die Steine nach außen im Fundament und oberhalb bis 2 Fuß über das Mittelwasser, ungefähr 1′ breit, in Mörtel. Der obere Theil auf 1′ Höhe wird als Rollschichte ebenfalls in Kalkmörtel gemauert.

Wenn die Bruchsteine aus Platten von wenigstens 2′ Länge bestehen, wie diese bei dem Thon- und Grundwackenschiefer oft vorkommt, so wird das trockne Mauerwerk dadurch viel stärker, daß die Steine sämmtlich auf die hohe Kante, wie bei den gepflasterten Dossirungen, gestellt werden.

Um bei einer theilweisen Zerstörung der Mauer durch ungewöhnlich hohe Fluthen den Einsturz des übrigen Theils zu vermeiden, bringt man auf Längen von 10 Ruthen Strecken an, welche ganz in Kalkmörtel versetzt werden.

Der Schluß der Mauern am obern und untern Ende wird unter einem Winkel von 45° in den Straßenkörper hineingeführt, und mit liegenden Steinen in Kalkmörtel angelegt.

5) Wenn das Wasser sehr reißend ist, und schweres Gerölle bis zu 1 Centner mit sich führt, oder wenn die vorhandenen Bruchsteine nicht lagerhaft sind, so ist man genöthigt, die Mauern in Kalkmörtel zu fertigen.

Man sucht die größten Steine zur Außenfläche aus, und sorgt dafür, daß sie wohl mit dem innern Mauerwerk

durch Bänder verbunden werden. Je tiefer und häufiger diese Bänder in's Innere eingreifen, desto besser wird die Arbeit, und ein genauer Schluß des Ganzen ist bei Ufermauern viel wichtiger, als ein schönes Ansehen.

6) An sehr reißenden Gewässern ist man beim Mangel hinlänglich großer Bruchsteine genöthigt, die Außenseite der Mauern mit Werkstücken zu verkleiden, welche Läufer und tief eingreifende Bänder bilden. Das ungleiche Setzen des Mauerwerks von Werkstücken und Bruchsteinen ist aber schon bei 12′ Höhe merklich, und der Festigkeit einer Ufermauer höchst nachtheilig, daher man bei einer solchen oder größern Höhe, von 4 zu 4′ Höhe ganze Querschichten durchlaufen lassen, und überhaupt die Mauer so langsam aufführen muß, daß die untern Theile Zeit haben, sich zu setzen und zu erhärten, ehe die obern aufgemauert werden.

Wenn man auf einer Höhe von 6′ unter dem Bachspiegel Fels findet, so darf man keine Mehrkosten sparen, um die Mauern darauf zu gründen. Wo der Fels tiefer liegt, ist in Gebirgsthälern der Boden gewöhnlich so steinig, daß das Fundament ohne Rost darauf gesetzt werden kann.

An denjenigen Stellen, wo das Auskolken des Bachbettes zu befürchten ist, oder der Bach schweres Gerölle mit sich führt, ist zum Schutze des Fußes der Mauer eine Vorlage von Steinen anzuwenden. Im ersten Falle hat diese den Zweck, alle Löcher, die durch Vertiefung des Bettes entstehen, dadurch auszufüllen, daß ein Theil ihrer Steine hineinstürzt, welche letztere also nicht besonders groß zu seyn brauchen, und nur eingeschüttet werden, ohne daß man auf irgend eine Verbindung sieht. Wenn die Vorlage aber zum Schutze des Fußes der Mauer gegen rollende Steine dienen soll, so müssen sie wenigstens eben so groß als diese seyn, und im Verbande mit einer anderthalbfüßigen Dossirung nach den Bache hin aufgesetzt werden. Das Bach-

bett selbst liefert dann die nöthigen Steine, welche man bachaufwärts nimmt, um größere Blöcke zu erhalten.

Das Ausschöpfen des Wassers während der Anlegung des Fundaments darf nicht mit der Umständlichkeit, wie bei der Gründung tiefer Brückenpfeiler, behandelt werden, sondern es verursacht in der Regel nur geringe Kosten, wenn man in der trockensten Jahreszeit arbeiten, und nur kurze Strecken von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Ruthen Länge auf einmal ausgraben und schnell aufmauern läßt. Ein leichter Fangdamm von Thon reicht hin, um das äußere Wasser abzuhalten, und wenn der Boden aus Steinen besteht, die mit Lehm gebunden sind, wird das sich zeigende, wenige Wasser mit Handeimern ohne irgend eine andere Vorrichtung ausgeschöpft.

Ueber das Gründen auf Pfahl- oder liegendem Roste, bei einer unsichern Unterlage, die Anwendung der Rundwände gegen das Auskolken, und das Ausschöpfen des Wassers bei tiefern Fundamenten findet sich das Nöthige in den verschiedenen Werken über den Wasserbau.

§. 60. Einige Beispiele über den Widerstand, welche ausgeführte Bauwerke unter verschiedenen Umständen geleistet haben, werden das oben Gesagte näher erläutern.

1) Eine gepflasterte Böschung am Moselpfade unterhalb Cochem, welche ein konkaves Ufer deckt, dessen Krümmung einen Halbmesser von 240° bei 45° Flußbreite hat, mit großem, lagerhaftem Thonschiefer ausgeführt ist, dessen Fugen an der Außenfläche 6″ tief im Mörtel gesetzt waren, widerstand nicht den ungefähr 2′ dicken Eisschollen bei dem Eisgange von 1819, welche mit einer Geschwindigkeit von 7′ in der Sekunde statt fand, sondern wurde größtentheils zerstört.

2) Eine Steindossirung von trocknem Mauerwerke, 2′ dick, mit treppenartigem Fundamente, am Rhein zu Weisenau oberhalb Mainz im Jahre 1809, an einen geraden Stromstriche mit nicht sehr lagerhaftem Flötzkalke aufge-

führt, widerstand bisher allen Eisgängen, welche durch einen heftigen Seitendruck und mit einer mittlern Geschwindigkeit von 7 bis 9′ auf sie wirkten, und hat noch keine Reparatur erfordert.

3) Die oben erwähnte Steindossirung bei Cochem wurde späterhin von neuem 2′ dick und ganz in Kalkmörtel aufgeführt, und widerstand dem Eisgange vom Januar 1823 bei einer Geschwindigkeit von 7 bis 8′. Es waren später nur einige Reparaturen nöthig.

4) Trockne Ufermauern am Rhein bei St. Goar, die aus festem und ziemlich lagerhaftem Grundwackenschiefer seit mehr als 50 Jahren gebaut sind, widerstehen den Eisgängen, welche sie in konkaven Ufern von 280° Krümmungshalbmesser, und mit einer Geschwindigkeit von 10 bis 12′ treffen, beinahe ohne alle Reparaturen.

An diesen Mauern sind die Steine platt gelegt. Längs der Ahr, einem Gebirgsflusse, welcher einige Meilen oberhalb Bonn in den Rhein fällt, stehen mehrere alte trockne Mauern, die mit Steinen aufgeführt sind, welche auf der hohen Kante stehen. Sie haben einer Geschwindigkeit von 15 bis 18′ in einer Konkaven von 24° Krümmungshalbmesser bei 60′ Flußbreite bisher wiederstanden.

Eine ungewöhnlich hohe Fluth des Guldenbachs zerstörte mit einer Geschwindigkeit von 24′ im Jahr 1821 bei Stromberg eine trockne Futtermauer, von ziemlich lagerhaftem Uebergangskalke, welche $3\frac{1}{4}$′ mittlere Dicke und 10′ Höhe hatte, und eine gerade Richtung des Bachs begrenzte.

5) Etwas oberhalb dieser Stelle widerstand ihm eine Futtermauer in Kalkmörtel von 12′ Höhe und 4′ mittlerer Dicke, deren Außenseite aus Uebergangskalk von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Kubikfuß bestand, bei der nämlichen Geschwindigkeit, in einer Konkave von 19° Halbmesser bei 36′ Bachbreite, wobei Steinblöcke bis zu $2\frac{1}{2}$ Kubikfuß dawider gerollt wurden.

Eine halbe Meile oberhalb zerstörte der Bach zu gleicher Zeit eine $5\frac{1}{2}'$ hohe und $2\frac{1}{2}'$ dicke Mauer von Kieselschiefer in Kalkmörtel aufgeführt, welcher aber auf jenen Steinen nicht fest bindet, mit einer Geschwindigkeit von 14′ in einer Konkaven von 22° Krümmungsmesser. Es wurden Blöcke von 3 Kubikfuß dawider gerollt.

Die neue Mauer mußte aus Mangel an andern mit Steinen von der nämlichen Art wieder gebaut werden, wurde aber durch eine Vorlage von großen Blöcken geschützt, und hat bis jetzt alle Fluthen ohne Reparatur ausgehalten.

6) Eine Meile oberhalb Stromberg fließt der nämliche Bach gegen eine Mauer, welche mit Sandquadern von 3 Kubikf. Stärke bekleidet ist, in einer Konkave von 17° Halbmesser. Bei der Fluth von 1821 verrückte er mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 36′, womit er Steine von 10 bis 15 Kubikf. wider die Mauer schleuderte, einzelne Quader um $\frac{1}{2}$ bis 1″ aus ihrer Lage, so daß ein bloßes Rammen derselben mit einem 30 Pfund schweren, hölzernen Hammer und Ausgießen der Fugen mit Kalkmörtel als Reparatur hinreichte.

Viertes Kapitel.

Ueber versteinte Fahrbahnen.

§. 61. Der Zweck der Steinbahn ist bereits (§. 48. 3.) angegeben; es herrschen aber über die Weise, wie sie diesen Zweck erfüllt, verschiedene Ansichten. Die alte Meinung, als bilde dieselbe durch ihre Wölbung eine Art von Gewölbe, welches die Lasten trägt, ist ungereimt und vermuthlich nur durch eine Wortverwechselung entstanden, denn ein Gewölbe muß Widerlager haben; aber Niemand wird die aus Erde bestehenden Fuß- und Sommerwege als solche betrachten. Auch würde ein so dünnes und flach gesprengtes Gewölbe, welches aus unverbundenen, nebeneinander liegenden Steinen besteht, wenn es auch feste

Wi-

Widerlager hätte, die darüber gehenden Lasten nicht tragen können. In neuern Zeiten wurde behauptet, daß die Steinbahn dazu diene, den Druck der Lasten, welcher auf einen kleinen Theil der Oberfläche wirkt, auf die größtmögliche Fläche des Planums zu übertragen, damit dieses dem Drucke nicht nachgeben könne. Andere, und namentlich Mac-Adam, sagen, die Steinbahn bilde über dem Planum eine völlig feste, dem Wasser undurchdringliche Decke, so daß dieses immer trocken bleibe, und also die Lasten zu tragen vermöge.

Die erstere Behauptung ist offenbar völlig gegründet, weil durch das feste Auffitzen der obern Steine auf den untern die Last, die auf einen gewissen Theil der Oberfläche wirkt, auf eine 8 bis 10 mal größere Fläche des Planums vertheilt wird. Die letztere aber darf man nicht buchstäblich nehmen; denn in einer auf das sorgfältigste mit Kalkmörtel ausgeführten Steinbahn würden durch die beständigen Erschütterungen nach und nach Risse entstehen, welche das Wasser durchlassen: also noch viel eher wird es durch eine Decke, welche aus unverbundenen, neben einander liegenden Steinen besteht, dringen. Um mich völlig davon zu überzeugen, habe ich Stellen auf alten Straßen in völlig gutem Zustande, die eine mit Kies und die andere mit Kalksteinen gebaut, welche letztern die dichtesten Decken geben, während einer anhaltenden Nässe aufbrechen lassen, und das aus Lehm bestehende Planum allerdings feucht gefunden. Eine Steindecke, deren Oberfläche glatt und fest erhalten wird, läßt aber doch kaum $\frac{1}{3}\sigma$ des darauf fallenden Wassers durch, so daß das Planum, wenn durch Offenhaltung der Gräben für die Entwässerung des Straßenkörpers gesorgt wird, wohl feucht, aber nie durchweicht wird.

Man kann also annehmen, daß die Steinbahn auf zweierlei Arten wirkt, nämlich den Druck der Räder auf eine größere Fläche des Planums zu vertheilen, und die-

ses durch Abführung des Regenwassers gegen das Durchweichen zu schützen.

§. 62. Die Arten, das Gestein zum Bau der Fahrbahnen oder zur Versteinung anzuwenden, sind sehr verschieden. Die beiden äußersten Fälle sind: 1) unten eine Lage dicker Steine zu legen, welche die Lasten tragen sollen, und sie mit einer dünnen Schicht kleiner Steine zu decken, um die Bahn eben zu machen; 2) die ganze Höhe der Fahrbahn mit ungefähr gleich dicken Steinen anzulegen.

Das erste Verfahren, wovon Fig. 27. den Querschnitt und Grundriß der beiden Schichten angiebt, wurde in der Kindheit des Straßenbaues angewendet, und ist das unzweckmäßigste; denn eben so, wie man Steine am leichtesten zertrümmert, wenn man sie auf viel größere Steine legt und darauf schlägt, wird das auf einer solchen Steinbahn liegende kleine Material durch den Stoß der Räder auf den darunter liegenden dicken Steinen, welche ihrer Masse wegen nicht nachgeben, zermalmt, und die Fahrbahn bleibt, bei einem großen Aufwande von Unterhaltungsmaterial, immer rauh.

Bei dem zweiten Verfahren, Steine von ungefähr gleicher Größe für die ganze Höhe der Versteinung anzuwenden, kommt der Nachtheil der schnellen Zertrümmerung der obern Decke durch den Stoß nicht vor, weil das Ganze eine gewisse Federkraft hat, wodurch die untern Schichten einem auf die obern wirkenden Drucke etwas nachgeben (Fig. 28.). Diese gleiche Größe der Steine auf die ganze Höhe der Fahrbahn wäre jedoch nur in dem Falle nöthig, wenn die Steine völlig elastische Körper wären, bei welchen Wirkung und Gegenwirkung genau gleich sind; da sie aber nur sehr unvollständig elastisch sind, so können ohne Nachtheil die Steine der untern Schichten etwas dicker seyn. Dessen ungeachtet ist die Bauart mit Steinen von gleicher Dicke sehr anwendbar, und man wird sie auch jedesmal ohne Mehrkosten ausführen können, wenn man

das Gestein von ungefähr gleicher Größe, wie z. B. Kies oder dünnes Gerölle, schon vorfindet. Wollte man aber, blos um diesem Systeme zu folgen, dicke Steine zu einer gleichen Größe zerschlagen, und die ganze Höhe der Steinbahn davon machen, so wie es Mac-Adam in seinen Remarks on the present System of road making *) vorgeschlagen, und in großer Ausdehnung in England ausgeführt hat, so würde man auf die Fahrbahn eben so große als unnöthige Kosten verwenden.

Genaue Regeln über die Zunahme der Dicke der Steine in der Fahrbahn lassen sich wegen der Ungleichheiten der Gestalt, und der ungleichen Härte und Sprödigkeit der Steine nicht aufstellen. Gewöhnlich nimmt man 3 verschiedene Schichten an, und zwar die untere aus 3- bis 6zölligen, die mittlere aus 2- bis 5zölligen, und die obere oder Ueberschüttung aus 1- bis $1\frac{1}{2}$zölligen Steinen.

§. 63. Wenn das Gestein zu den untern Lagen dünnblättrig ist, wie Grauwacken- und Thonschiefer, so kann es in größerer Länge als nach dem vorigen §. angewendet werden, weil die Masse eines Steins dann doch nicht größer, als die eines 5- bis 6zölligen ist. Die untere Lage wird mit $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}''$ dicken und auf die hohe Kante gestellten Steinen ausgeführt, und die zweite bleibt weg. Die Fig. 32. giebt den Querschnitt und den Grundriß an. Alle Steine, welche dicker als $2\frac{1}{2}''$ sind, werden gespalten, weil sonst ihre Masse zu groß wäre. Die Höhe der unteren Schichte richtet sich nach der Größe, in welcher die Steine gewöhnlich gewonnen werden, ist aber nie stärker als 9''.

Ein solcher Grundbau, den man gewöhnlich Gestück nennt, giebt sehr dauerhafte Straßen. Sie werden so fest,

---

*) Unter dem Titel: Mac-Adam's Bemerkungen über das gegenwärtige System des Chausseebaues, Darmstadt 1829, aus dem Englischen übersetzt.

daß man darauf nie eine Senkung der Steinbahn, auch bei dem schwersten Frachtfuhrwerke, bemerkt.

§. 64. Die Dicke der Fahrbahnen ist in verschiedenen Zeiten sehr verschieden angenommen worden. Auf den römischen Straßen betrug sie mindestens 30″, oft 36″ und mehr. Bei der Einführung des Straßenbaues in neuern Zeiten glaubte man darin auch nicht genug thun zu können, und gab ihnen 24 bis 28″ Dicke; noch vor 20 Jahren nahmen die französischen Ingenieure 16″ an. Jetzt sorgt man für die möglichste Entwässerung des Straßenkörpers, und richtet sich hinsichtlich der Stärke der Versteinung nach der Breite der Radfelgen und der Schwere der Fuhrwerke, welche die Straße benutzen. Man giebt der Mitte der Versteinung der großen Handelsstraßen, welche mit Fuhrwerken von 180 Zentner Ladung und mehr befahren werden, 12″, auf andern mit leichterem Fuhrwerke 9″, und auf Straßen für bloßes Landfuhrwerk 6″ Dicke.

Die Versteinung wird am Rande bei den beiden ersten Gattungen von Straßen nur 10 und 7″ stark.

Bei 12″ hoher Versteinung wird die untere Lage in der Mitte 6″ hoch, mit 5- bis 6zölligen, die zweite 3″ hoch, mit 2- bis 3zölligen Steinen; bei 9″ hoher Versteinung aber die untere 3″ hoch, mit 3- bis 4zölligen, die zweite ebenfalls 3″ hoch, mit 2- bis 3zölligen, bei 6″ hoher Versteinung die untere 3″ hoch, mit 3zölligen Steinen angelegt. Die Dicken der beiden untern Lagen nehmen bei den 12- und 9zölligen Versteinungen jede um ungefähr 1″ bis zum Rande hin ab, so daß jedenfalls die Ueberschüttung auf die ganze Breite der Fahrbahn 3″ stark ist (Figur 29. 30 und 31.). Unter 3-, 4-, 5-, 6zölligen wird die größte Dimension der Steine verstanden.

Auch bei Straßen, welche ganz von Kies gebaut werden, und daher Kiesstraßen heißen, wird dieser Uebergang von dickeren zu dünneren Steinen beobachtet, so daß man

die dicksten Steine aus dem gewonnenen Kiese hervorsucht, und sie zu der untern Lage verwendet.

§. 65. Die angegebene Stärke der Versteinung wird für die verschiedenen Gattungen von Straßen immer hinreichen, wenn die Ueberschüttung auch nur aus mäßig hartem Gesteine besteht. Bei ganz weichem Materiale, welches schnell vom Drucke der Räder zermalmt wird, sind aber 3″ zuzusetzen.

Nur bei Anwendung der geringsten Dicke von 6″ ist ganz besondere Vorsicht zu empfehlen. Eine Bahn von so geringer Dicke setzt die sorgfältigste Unterhaltung, immer vorräthiges Material, um jeden, auch den kleinsten Schaden auszubessern, vollständige Entwässerung des Straßenkörpers und leichtes Fuhrwerk voraus. Wenn, wie in Kriegszeiten, dieselbe während mehrerer Jahre nicht unterhalten wird, und vieles und schweres Fuhrwerk darüber geht, so wird sie, besonders bei nicht durchlassendem Untergrunde, durchgefahren, und bedarf einer Herstellung, die beinahe so viel kostet als der Neubau. Die vielen Beispiele, welche man von dem schlechten Zustande solcher dünnen Fahrbahnen hat, lehren Vorsicht, uud man wird wohl thun, sie nicht dünner, als von 9 und 12″, je nach der Schwere des Fuhrwerks, anzulegen.

§. 66. Um zu verhindern, daß die Räder die Versteinung nach den Fußwegen hinausdrücken, und besonders, um feste Punkte zu haben, wonach bei der künftigen Unterhaltung der Zustand der Straße und die nöthigen Reparaturen aufgenommen werden können, setzt man die Randsteine (Bandleisten, Bordürsteine u. s. w., Fig. 40.). Sie müssen glatte Köpfe, welche nach Außen auf die Höhe der Versteinung zu liegen kommen, ziemlich ebne Stoßfugen haben, und etwas länger als die Dicke der Versteinung seyn, damit sie noch um etliche Zoll in das Planum eingesetzt werden können.

Ihr Nutzen als Festpunkte ist bei der Unterhaltung so groß, daß man sie, wenn nur irgend geeignete Steine zu haben sind, auch bei Kiesstraßen setzt.

§. 67. Man hat, so wie es beinahe in allen Werken über Straßenbau gesagt wird, selten eine große Wahl unter Gesteinarten, sondern muß diejenigen benutzen, welche die Umgegend darbietet. Jeder Stein, der nicht verwittert oder so weich ist, daß ihn schwache Schläge des Hammers zertrümmern, ist zur untern Lage brauchbar, die zweite muß schon aus härtern, und die Ueberschüttung aus den härtesten Steinen bestehen.

Wenn man unter zwei Gesteinarten zur Ueberschüttung zu wählen, und über ihre Brauchbarkeit noch keine Erfahrungen gemacht hat, so kann man sich zur Bestimmung der vorzuziehenden Gattung des Mittels bedienen, welches §. 14. des Anhangs angegeben ist.

§. 68. Eckiger Kies ist eben so brauchbar als Bruchsteine, und wird bei gleicher Härte vorgezogen, weil dessen Zubereitung viel wohlfeiler ist. Sehr abgerundeter giebt aber keine so feste Straße, als zerschlagene Bruchsteine, die sich durch ihre Ecken besser zu einem Ganzen verbinden. Enthält er größere Steine oder sogenannte Wacken, so bringt man eine genauere Verbindung hervor, wenn man diese nicht, wie es oft geschieht, wegwirft, sondern sie kleinschlagen und dem übrigen Kiese beimischen läßt; besonders sollte die Ueberschüttung ganz oder doch größtentheils aus solchen zerschlagenen Wacken bestehen.

Der Unterschied des Zustandes zweier an einander stoßenden Straßen, wovon die eine mit Kies und die andere mit zerschlagenen Wacken von der nämlichen Gesteinart beschüttet worden, ist zu auffallend, als daß letztere Vorschrift einer Auseinandersetzung bedürfte.

§. 69. Es können auch Bruchsteine und Kies zugleich zur Versteinung verwendet werden, und zwar letzterer als Ueberschüttung, wenn erstere zu weich sind, um dem Drucke

der Räder zu widerstehen, oder der Kies, welcher zu rund oder zu weich ist, wird als Unterlage, und festere Bruchsteine, gehörig zerschlagen, zur Ueberschüttung angewendet. Kies unter $\frac{3}{4}''$ Dicke, welcher nicht eckig ist, legt sich nie fest, und die damit gebauten Straßen sind in keinen guten Zustand zu bringen, daher man ihn aus dem übrigen gröbern Kiese wegbringen und nur da anwenden muß, wo kein anderes Material zu haben ist.

§. 70. Manche Baumeister geben den Fußwegen keine gerade Linie als Querschnitt (wie §. 52.), sondern bilden die ganze Straßenfläche aus einem kreisförmigen oder elliptischen Bogen (wie Fig. 33 und 34., welche die halbe Straßenbreite vorstellen *). Diese Form hat den Nachtheil, daß, wenn die Wölbung der ganzen Straße gegeben ist, wie von 9 auf $32''$ in der Zeichnung, die Fahrbahn übermäßig flach wird, welche bei dem Kreise nur $3\frac{1}{2}''$ und bei der Ellipse nur $3''$ Gefälle hat, und die Fußwege so vielen Fall erhalten, daß man nur beschwerlich darauf gehen kann. Auch ist es schwierig, späterhin den Fußwegen die bogenförmige Gestalt zu erhalten. Wenn man bei einer gegebenen Wölbung der ganzen Straßenbreite nur für die Steinbahn einen Bogen, die Fußwege aber als eine gerade Linie, welche jenem tangent ist (wie Fig. 35.), annimmt, so wird die Steinbahn ebenfalls in der Mitte zu flach.

Man vermeidet gewöhnlich die zu geringe Wölbung dadurch, daß man der Fahrbahn eine bestimmte Wölbung giebt, und die Fußwege mit einem Gefälle von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}''$ auf den Fuß daneben legt (wie in Fig. 36.). Dadurch entsteht aber am Rande der Versteinung ein Winkel, in welchen sich aller von der Mitte der Bahn durch Regen abgeschwemmter Schlamm niederlegt, und die Randsteine

---

*) Zu den Höhen dieser und der folgenden Figuren ist der Maaßstab doppelt so groß als für die Längen, um die Unterschiede der Gefälle deutlicher darzustellen.

bedeckt, die man beständig aufräumen muß, um der Straße ihre Form zu erhalten. Es wäre allerdings besser, der Straße selbst die geschweifte Form, welche sie durch das Anschlammen erhalten würde, zu geben (wie in Fig. 37 und 38.). Letztere hat namentlich ein hinlängliches Gefälle der Fahrbahn, aber beide haben den Nachtheil, daß der Querschnitt der Fußwege aus einer krummen Linie besteht.

Ich halte daher mit Schemerl und einigen englischen Baumeistern für das Beste, den Querschnitt der ganzen Straße aus zwei geraden Linien zu bilden, welche in der Mitte durch einen 4′ breiten Kreisbogen verbunden sind (Fig. 39.), oder auch ohne verbindende krumme Linie sich schneiden. Letzteres Profil ist leichter auszuführen, und rundet sich durch die Abnutzung der Straße in der Mitte ab, wodurch sich bald der mittlere Kreisbogen bildet. Die Straße erhält dadurch ein gleichmäßiges, nirgends zu starkes noch zu schwaches Gefälle, und aller Schlamm wird leicht nach den Gräben abgeführt. Zur Entwässerung der Fahrbahn ist diese Form auch ganz besonders geeignet, denn in den Steigen kann das Wasser nicht, wie auf den in der Mitte flachen Kreisbogen, den Spuren der Räder und der Länge der Straße nach laufen, und die Ueberschüttung ausflößen, sondern es wird durch die Seitengefälle nach den Gräben gewiesen. In der Ebene findet das Wasser an jedem Punkte dieses Querschnitts zu viel Gefälle, um stehen bleiben zu können, daher die (in §. 17.) angegebene Vorkehrung, der Straße auf- und absteigende Gefälle zu geben, unnöthig wird, und man sie unbedenklich horizontal legen kann. Dieses einfache Profil hat außerdem bei der Unterhaltung den großen Vorzug, daß man darauf am leichtesten findet, ob die Straße noch ihre Form hat.

In den §§. 15 bis 20. des Anhangs ist das Nöthige über die Zeichnung der verschiedenen oben angeführten Querprofile gesagt.

§. 71. Ein Theil der Querprofile, welche die Straßen nach den §§. 49 bis 53., 62 bis 65. und 70. erhalten, ist in den Fig. 40. 41 und 42. angegeben, und die Lage jedes Punktes durch Koordinaten, wie bei den Nivellements, bestimmt. Mittelst einer solchen Bezeichnung kann man die respective Lage zweier Punkte, die Gefälle einzelner Theile und die Steilheit der Böschungen leicht finden.

Die Fig. 40. stellt den Querschnitt einer ziemlich stark befahrnen Handelsstraße mit 20′ breiter Fahrbahn, und zwei 6′ breiten Fußwegen ohne Reitpfad vor. Die Versteinung ist in der Mitte $6' 0'' - 5' 0'' = 12''$ und an den Rändern $6' 4'' - 5' 6'' = 10''$ stark, und mit Randsteinen eingefaßt. — Das Querprofil der Steinbahn besteht aus zwei geraden Linien, die mit einem Kreisbogen verbunden sind, und hat $5' 6'' - 5' = 6''$ Wölbung. — Die Gräben sind $7' 3'' - 5' 9'' = 1' 6''$ tief, die Grabenböschung $\frac{2' 0''}{1' 6''} = 1\frac{1}{3}$füßig, die Böschung rechts aber $\frac{12'}{13' 9'' - 5' 9''} = \frac{12'}{8'}$, also $1\frac{1}{2}$füßig.

In der Fig. 41. findet man das Querprofil der nämlichen Straße, wenn sie eine Steige bildet. Die Fahrbahn besteht aus einer geraden Linie, welche auf die ganze Breite $12''$ Fall hat; die äußere Grabenböschung ist felsig, daher sie nur $\frac{2' 0''}{12' 6'' - 2' 6''} = \frac{2'}{10'}$ oder $\frac{1}{5}$füßig ist.

Die Fig. 42. stellt das Querprofil einer ziemlich frequenten Straße mit 16′ breiter Fahrbahn, Sommerweg und einem Fußwege vor, worauf zugleich die Materialien gesetzt werden. Der Untergrund ist etwas sumpfig angenommen, daher die Gräben $8' 3'' - 5' 9'' = 2' 6''$ tief sind, und $\frac{4'}{2' 6''}$ oder $1\frac{3}{5}$füßige Dossirung haben.

Hier waren die Profile gegeben, und die einzelnen

Formen wurden daraus hergeleitet; man wird leicht, nach den gegebenen Erklärungen, umgekehrt die Profile zeichnen können, wenn die einzelnen Maaße gegeben sind.

§. 72. Die Anlegung der Eisenbahnen wird hier übergangen, weil die Behandlung dieses Gegenstandes ein eignes Werk erforderte. Zur Taxirung der Straßenlinien sind die Lehren des 1sten und 2ten Kapitels des 2ten Abschnitts, mit Berücksichtigung der durch den Zweck der Eisenbahnen bedingten Abänderungen, völlig anwendbar. Die Gefälle müssen sehr schwach, wo es angeht, horizontal und, wenn es irgend thunlich ist, nach den Endpunkten oder Wasserscheiden stät steigend oder fallend seyn, die Richtungen aber gerade, oder wo Krümmungen unvermeidlich sind, in lang entwickelten Kreisbogen von sehr großem Durchmesser geführt werden.

Man findet diesen Gegenstand in:

Cordier's Essai sur la construction des routes. Lille 1823.

Traité pratique sur les chemins en fer par Tredgold, traduit de l'anglais par Duverne. Paris 1826.

On Rail-roads. London 1825, von Wood, abgehandelt.

Ueber die Mittel, die Fahrbahnen ohne Steine anzulegen, kann man Eyckemeiers Preisschrift „über den Straßenbau in Sandgegenden, wo es an Steinen fehlt, Frankfurt und Mainz 1787," lesen.

Die übrigen Vorkehrungen, dieselben aus einem Bette von Stroh oder Faschinen, aus Knüppeln oder Weidenfaschinen zu bauen, deren Spitzen auf der äußern Böschung auswachsen, können für Nebenwege von geringer Bedeutung geld- und kraftarmen Gemeinden von Nutzen seyn, sind aber bei Kunststraßen eines kultivirten Landes, welche zu jeder Jahreszeit in völlig fahrbarem Zustande seyn müssen, durchaus nicht anwendbar.

Fünftes Kapitel.

Ueber Pflasterung.

§. 73. Man legt mit Vortheil (nach §. 48.) gepflasterte Bahnen auf Straßen an, welche besonders von schwerem Fuhrwerke befahren werden, oder bei welchen man nur weiches oder sehr theures Material zur Erbauung und Unterhaltung von Steinbahnen verwenden könnte. Ob sie in einer gegebenen Oertlichkeit den Versteinungen in ökonomischer Beziehung vorzuziehen sind, bestimmt man durch vergleichende Anschläge der Kosten der ersten Anlage und der Unterhaltung auf eine Reihe von Jahren. Auch in Städten und Dörfern sind Pflasterungen den Steinbahnen vorzuziehen, weil diese während der nassen Witterung durch Mangel an Luftzug dort beständig kothig sind, und bei trocknem Wetter den Anwohnenden durch Staub beschwerlich werden.

§. 74. Ihre Anlegung hat den nämlichen Zweck wie die Legung der großen Steine, woraus man in frühern Zeiten die Steinbahnen bildete (§. 62.), nämlich die darüber gehenden Lasten zu tragen; nur fällt die Ueberschüttung weg, und die Steine dürfen nicht so groß wie bei den alten Versteinungen seyn, damit das Zugvieh einen sichern Auftritt habe. Ihr Kopf muß daher nicht über 50 bis 60 Quadratzoll Fläche haben.

Der Druck einer Last, welche auf einen solchen Stein wirkt, kann durch diesen auf keine größere Fläche der Unterlage übertragen werden, als die Fläche seines Kopfs, und diese ist so klein, daß die Unterlage von einer besondern Beschaffenheit sein muß, um die Last tragen zu können, ohne nachzugeben. Der reine, grobkörnige Sand leistet als Unterlage, der Erfahrung nach, den gehörigen Widerstand, und zwar, wie Wesermann *) und Arnot **) bemer-

---

*) Taschenb. für Straßenbaubeamte. Düsseld. 1824. S. 343.

**) Straßen- und Wegebau. Darmstadt 1827. S. 128.

ken, durch die Eigenschaft, mittelst seiner leeren Zwischenräume das Wasser schnell abziehen zu lassen, wodurch er bei anhaltender Nässe nicht erweicht, und während des Frostes nicht, wie jede andere Erdart, von dem eingesogenen Wasser, das in dieser gefriert, ausgedehnt wird. Da eine solche Ausdehnung nie gleichförmig ist, so verlieren die auf andern Erdarten stehenden Steine ihre gegenseitige Verbindung und Haltbarkeit, und das Pflaster wird durch das darüber gehende Fuhrwerk bald zerstört. Das Durchlassen des Wassers und die feste Gestalt, welche zusammengedrückter Sand behält, und die den senkrecht darauf drückenden Steinen nicht nachgiebt, sind Ursachen der Haltbarkeit des Pflasters, nicht aber die gewölbte Form der Straßen, von der man mitunter auch noch, wie bei den Steinbahnen, glaubt, daß sie ein Gewölbe bilden, in dem sich die Steine gegenseitig spannen. Der Ungrund dieser Behauptung geht daraus hervor, daß stark gewölbte Pflaster sich nicht besser erhalten als flachere, oder solche, die, wie auf öffentlichen Plätzen, gar keine Wölbung, sondern nur ein schwaches Gefälle haben.

Die Höhe der Unterlage von Sand wechselt zwischen 6 und 12″, je nachdem der Untergrund durchlassend oder sumpfig ist, oder aus Thon besteht.

In manchen Fällen reicht jedoch eine bloße Sandlage nicht hin, nämlich in großen Städten, deren Pflaster von einer Menge schwerer Frachtwagen befahren werden, in engen Straßen, wo schweres Frachtfuhrwerk immer die nämliche Spur hält, und ganz besonders in Gegenden, welche keinen reinen, scharfkörnigen Sand haben. Alsdann ist eine festere Unterlage unerläßlich, und diese wird aus einer 6 bis 9″ hohen Steinbahn gebildet. Da diese von den Rädern nicht berührt wird, so erfordert sie kein so hartes Material als die Fahrbahnen; es reicht hin, daß es nicht durch Nässe und Frost verwittere, und scharfkantig genug sey, um sich gehörig zu binden. Es können

daher derber Mauerschutt und Abfälle von gut gebrannten Ziegeln dazu verwendet werden.

Zwischen diese Steinlagen und die Pflastersteine wird noch eine Lage Sand gebracht, weil nicht alle Steine genau gleiche Höhe haben, und besonders um diese bei den Stößen der Räder nicht unmittelbar auf die feste Steinlage wirken zu lassen, wodurch beide Beschädigungen ausgesetzt wären. Diese Zwischenlage giebt dem Pflaster eine gewisse, die Erhaltung des Ganzen sehr befördernde Elasticität. Sie erhält im 1sten und 2ten Falle des folgenden §. 2″ bis 3″, in den 3ten, 4ten und 5ten Fällen aber 3 bis 4″ Höhe.

Da, wo große Platten wohlfeil zu haben sind, kann man auch die Steinbahn durch diese ersetzen, die Sandlage muß aber dann wenigstens 4″ Höhe haben, damit die Platten durch die beständigen Erschütterungen nicht zertrümmert werden.

§. 75. Die Form der Pflastersteine richtet sich nach den Gesteinarten, welche man dazu verwenden kann.

1) Der feste, grobkörnige, in Grauwacke übergehende Sandstein, der sehr feste Kalk, mehrere Basalt- und Granitarten lassen sich mit mehr oder weniger Kosten zu regelmäßigen Würfeln mit glatt bossirten Flächen zurichten, und solche Steine sind wegen des völligen Schlusses, den sie durch die großen Berührungsflächen gegen einander haben, allerdings die besten. Noch den andern Vorzug haben diese Würfel, daß man sie, wenn die Köpfe abgenutzt sind, doch noch verwenden kann, indem man sie auf eine andere Seite setzt. Sie werden nach der Größe der Steine, welche die Brüche liefern, zu Würfeln von 6, 7 bis 8″ Seite bearbeitet. Letzteres Maaß ist aber schon zu groß, und man sollte besonders Steine, welche sich sehr glatt fahren, nie größer als 7zöllig nehmen, um den Pferden einen sichern Auftritt zu geben.

Ein Beispiel der großen Dauer der mit würfelförmigen Steinen gepflasterten Fahrbahnen geben die Straßen

in Belgien, welches vielleicht die besten Pflaster in Europa hat. Eine solche Fahrbahn hält auf den frequentesten Handelsstraßen, die mit 250 bis 300 Centner schweren Frachtwagen befahren werden, mit geringen Reparaturen 15 bis 20 Jahr, auf weniger befahrnen Straßen aber 30 bis 40 Jahre, ehe es einer Umsetzung bedarf.

2) Wenn es der Kosten oder der Gattung der Steine wegen nicht thunlich ist, Würfel zu erhalten, so begnügt man sich, sie zu rechtwinkligen Parallelepipeden zurichten zu lassen, deren Länge und Breite zwischen 6 und 9″ und deren Dicke zwischen 3 und 7″ ist. Alle Steine werden nach gleicher Länge und Dicke sortirt, und jede Sorte zusammen verwendet. Bei gehörig behauenen Flächen wird ein Pflaster von solchen Steinen noch dauerhafter als mit würfelförmigen, weil die Steine, welche mit ihrer größten Dimension in's Werk gesetzt werden, mehr Festigkeit erhalten. Es hat aber ökonomisch den Nachtheil, daß sich die Steine nicht auf eine beliebige Fläche setzen lassen, wenn der Kopf abgenutzt ist.

3) Die lagerhaften Gesteinarten, als Kieselschiefer und feste schieferige Grauwacke, lassen sich am leichtesten verarbeiten, weil dann der Stein, so wie er aus dem Bruche kommt, schon zwei glatte Flächen und manchmal auch einen ebenen Kopf hat. Steine dieser Art, die nicht so spröde sind, daß sie bei dem Bearbeiten der schmalen Flächen springen, geben ein eben so gutes Pflaster als würfelförmige und mit weit geringern Kosten. Da die Lagerungsflächen nie so glatt sind, als wenn sie bossirt wären, so müssen die Steine etwas mehr Höhe im Werke, nämlich bei Pflaster für schweres Frachtfuhrwesen nicht unter 8 bis 10″ haben. — Das Sortiren geschieht wie bei der zweiten Gattung.

4) In dem seltenen Falle, wo die Steine zu spröde sind, um das Bossiren zu vertragen, wird das Pflaster von rauhen Bruchsteinen angelegt. Man sieht nämlich darauf,

daß alle Steine ziemlich glatte Köpfe haben, haut die größten hervorstehenden Ecken der Seitenflächen ab, und sortirt sie nach ziemlich gleicher Größe. Bei dem Pflastern werden die Lücken zwischen den Steinen mit kleineren oder mit Splittern ausgesetzt. Eine schöne und dauerhafte Arbeit kann man mit diesen Steinen nicht ausführen, und wendet sie daher so selten als möglich an.

5) Ein ähnliches Pflaster geben in Gegenden, wo man keine geeigneten Bruchsteine findet, das größere Flußgerölle, Feldsteine, oder sogenannte Wacken, daher es auch Wackenpflaster heißt. Diese Steine haben meistens eine sehr unregelmäßige Gestalt, deswegen darf man sie nicht, wie es meistens geschieht, unzubereitet verarbeiten; man sucht vor Allem eine der Flächen als Kopf eben zu hauen, und richtet dann die übrigen Seiten so gut zu, als es die Gestalt und Sprödigkeit der Steine erlaubt. Keine Fläche darf so rund seyn, daß sie einen daneben zu setzenden Stein nur in einem einzigen Punkte berührt. Diese Zubereitung kostet allerdings beträchtlich mehr, als das gewöhnliche Setzen, ist aber das einzige Mittel, ein nicht schlechtes Pflaster zu machen.

Auch hier werden die Steine nach Länge nnd Dicke sortirt. Hinsichtlich der Größe der Steine muß man sich zwar nach dem Materiale richten, welches die Umgegend giebt, sie dürfen aber bei schwerem Fuhrwerke nicht unter 7″, und nicht über 9″ im Werke hoch seyn. So schön und dauerhaft wird Wackenpflaster nie, als die drei ersten Gattungen, man ermittelt daher, ehe man sich zu dessen Ausführung entschließt, durch vergleichende Anschläge, ob es mit Rücksicht auf die Unterhaltungskosten auf eine Reihe von Jahren nicht wohlfeiler seyn wird, aus entfernteren Gegenden Bruchsteine zum Pflastern herbeizuschaffen.

6) Bei gänzlichem Mangel an Steinen wendet man, wie in Holland, die härtesten Klinker, auf die hohe Kante gestellt, zum Pflaster an, welches zwar dem schweren Fracht-

fuhrwerke nicht widersteht, aber bei leichterem Fuhrwerke sehr glatt und dauerhaft ist.

7) Man hat in den letzteren Zeiten mit hölzernen Würfeln, deren eine Hirnseite den Kopf bildet, gepflastert. Sie sind ziemlich dauerhaft, und in holzreichen Gegenden, besonders zur Pflasterung hölzerner Brücken, die man so wenig als möglich belasten darf; brauchbar.

Die Länge der Steine, als größte Dimension betrachtet, wird bei jeder Art von Pflaster in's Werk gesetzt, die Breite als mittlere Dimension nach der Breite der Straße, und die Dicke also nach der Länge der Straße, so daß der Kopf des Steines diejenige Fläche ist, welche die Breite und Dicke zu Seiten hat. Wollte man einen Stein nach der Breite in's Werk bringen, so erhielte er eine unsichere Lage, weil er bald auf dem einen Ende und bald auf dem andern durch die Räder niedergedrückt, und also bald ausgehoben werden würde.

Bei dem Versetzen der drei ersten Gattungen bilden die Steine Reihen, deren Fugen nach der Breite der Straße gerade Linien sind, und zwar so, daß die Querfugen wechseln, d. h. daß die in einer Reihe auf die Mitte der Steine der nächsten treffen. Bei der 4ten und 5ten Gattung sucht man die Fugen auch, so weit es die Ungleichheit der Steine erlaubt, in gerade Reihen zu legen.

Die Figuren 43 und 44. stellen den Grundriß und Querschnitt der 1sten und 5ten, 45. den Grundriß der 2ten und 3ten, und Fig. 46. den der 4ten Gattung vor.

Schemerl und einige englische Baumeister empfehlen, die Reihen nicht nach der Breite der Straße, sondern unter einem Winkel von 45° mit der Straßenaxe zu setzen. Eine solche Stellung hat allerdings den Vortheil, daß nicht leicht ein Rad das Pflaster auf einer Steinfuge berühren wird. Das Versetzen der Steine nach einer auf die Straßenrichtung geneigten Linie hat aber mehrere Schwierigkeiten, auch werden die Steine durch die Räder

häufig

häufig an den Ecken, also ihrer schwächsten Stelle, berührt und beschädigt; daher dieses diagonale Pflaster, meines Wissens, bis jetzt noch nicht häufig zur Ausführung gekommen ist.

§. 76. Gepflasterte Fahrbahnen, die sich nicht an Mauerwerk anschließen, werden, wie Steinbahnen, mit Randsteinen versehen; diese haben wenigstens 9″ Dicke und 12″ Höhe. Außerhalb wird eine Lage dünner Steine dawider gestampft, welche sie gegen das Herausdrücken durch die Räder schützt.

§. 77. Man kann den gepflasterten Fahrbahnen das nämliche Querprofil geben, als den Steinbahnen, nämlich zwei gerade Linien, die in der Mitte durch einen Kreisbogen verbunden sind, oder auch, da alles Wasser und der Schlamm von der glatten Oberfläche der Steine leichter abfließt, als auf jenen, für die ganze Breite einen Kreisbogen annehmen. Bei mehr als 24′ Breite wird aber die Straße in der Mitte übermäßig flach, oder an den Seiten so steil, daß das Fuhrwerk schwer darauf fortkommt: es ist daher besser, in diesem Falle das Querprofil der Steinbahnen anzuwenden.

Bei Fahrbahnen von 20′ Breite reicht, wie bei den Steinbahnen, eine Wölbung von 6″ völlig hin. Bei einer größeren Breite nimmt sie für ein Querprofil mit geraden Linien im Verhältniß der Breite, für den Kreisbogen aber ungefähr im Verhältniß der Quadrate zu, so daß bei einer 30′ breiten Bahn die Wölbung im ersten Falle durch die Proportion $20' : 30' = 6'' : x = 9''$, im zweiten aber durch $20^2 : 30^2 = 6'' : x = 13\frac{1}{2}''$ gefunden, also um die Hälfte größer wird.

§. 78. Wenn, wie in bewohnten Orten, die ganze Straßenbreite gepflastert wird, so sind auch Fußwege und Rinnen zum Abzuge des Wassers nöthig. Da erstere von den Rädern nicht berührt werden, so bedürfen sie keiner Steinlage unter dem Pflaster, sondern nur einer 6″ hohen

Sandlage, auch nur 5- bis 6zölliger Pflastersteine. Desto mehr ist aber auf völlig glatte Köpfe zu sehen, damit die Fußwege so eben als möglich werden; sie erhalten nach der Rinne hin ein Gefälle von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}''$ auf den Fuß.

Bei einer Straßenbreite über 30′ ist es zweckmäßig, die Fußwege 4 bis 8″ über die Rinne zu erhöhen, dann heißen sie Trottoirs. Zur Einfassung nach der Rinne hin reichen bei 4″ Höhe große Bruchsteine hin; eine Einfassung von 6 bis 8″ Höhe läßt sich aber nur mit Werkstücken ausführen.

In großen Städten belegt man die Trottoirs, anstatt des Pflasters, mit Platten von hartem Sandsteine, Marmorkalk, Basaltlava und Granit; nach der Frequenz und Härte des Steins werden sie 3 bis 6″ dick, und man bringt sie entweder auf eine 3″ hohe Sandlage, oder untermauert sie, was noch besser ist. Geplattete Trottoirs erhalten nur $\frac{1}{6}''$ Gefälle auf den Fuß nach der Rinne hin. An Thorwegen werden sie unterbrochen, wenn die Einfahrt nicht mittelst einer Brücke über die Rinne geführt ist. Einfahrten dürfen aber nie weiter als um 3′ in die Fahrbahn erhöht werden.

§. 79. Die Rinne besteht aus zwei Kreisbogen, welche dem Querschnitte der Fahrbahn und des Fußweges tangent sind, und sich in der Mitte schneiden (Fig. 47.). Ihre Breite richtet sich nach der Quantität des abzuführenden Wassers, und ist von 3′ auf eine Tiefe von 3″ bis 6′ auf 6″ Tiefe.

Es ist wesentlich, daß der Durchschnitt der beiden Kreisbogen der Rinne nicht abgerundet werde, sondern als scharfer Winkel stehen bleibe, worin das Wasser in der größten Höhe, also mit mehr Geschwindigkeit abfließt, und allen Schlamm leicht wegnimmt. Blos dem Umstande, daß man in mehreren Städten den Boden der Rinnen in Querschnitte horizontal gelegt hat, worin das Wasser in größerer Breite, also geringerer Tiefe und langsamer abfließt,

ist es zuzuschreiben, daß die Rinnen dort meistens verschlammt sind.

Wenn man nur weiche Bruchsteine ohne glatte Köpfe zu verwenden hat, so führt man den mittlern Theil der Rinne mit Klinkern, oder noch besser mit Platten von Werkstücken, aus, welche letztern den besten Abfluß gewähren.

Das in den Rinnen fließende unreine Wasser giebt keinen angenehmen Anblick, und wird im Winter durch das sich anhäufende Eis beschwerlich; man sucht es daher so oft als möglich von der Straße abzuwenden, oder man führt es, wie es in mehreren Städten geschehen ist, durch unterirdische Kanäle ab, in die es durch 2″ weite Querschlitze fällt, welche in Werkstücke durchgehauen sind, die auf kurzen Strecken liegend die Rinne bilden. Zur bloßen Verschönerung solche Kanäle anzulegen, ist aber nur bei ungemessenen Geldmitteln keine Verschwendung. Nur da, wo man das Wasser auf weiter als 100 bis 150 Ruthen nicht abwenden kann, ist es nothwendig, dasselbe in Kanäle aufzunehmen, weil es sich sonst bei Platzregen so anhäuft, daß es die Straße ungangbar macht.

Der Anlage dieser Kanäle muß ein sehr sorgfältiges Nivellement vorhergehen, welches sich nicht allein auf die Straßen, welche jetzt entwässert werden sollen, sondern auch auf diejenigen ausdehnt, unter welche später Seitenkanäle gelegt werden können, damit jeder Theil des Hauptkanals eine hinlänglich tiefe Lage erhalte. — Wenn dafür gesorgt wird, daß kein Unrath hineinfällt, und also nur Wasser darin fließt, so reicht ein Gefälle von 2 bis 3″ auf 100′ völlig hin. Die Krümmungen dieser Kanäle dürfen nicht spitz, sondern müssen nach Kreisbogen von wenigstens 30′ Halbmesser abgerundet werden. Sie werden übrigens so, wie die gewöhnlichen Straßenkanäle gebaut (§. 83. 84.).

In engen Straßen, die stark befahren werden, ist es zweckwidrig, die Rinne in die Mitte zu legen; man bringt besser einen Fußweg und Rinne auf der einen Seite an,

und giebt der übrigen Straßenbreite ein Gefälle nach der Rinne.

§. 80. Zum gehörigen Abflusse des Wassers erfordern die Rinnen von rauhen Bruchsteinen oder Wacken ein Gefälle von wenigstens 1″ auf die Ruthe, von glatten Bruchsteinen $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$″, und von gut versetzten Klinkern und Platten von Werkstücken nur $\frac{1}{4}$″. Die übrige Straße erhält das nämliche Gefälle, und muß daher, wenn das Terrain selbst nicht schon eine Neigung hat, abwechselnd künstlich steigen und fallen. An den tiefsten Stellen wird das Wasser entweder nach beiden Seiten, oder auch nur nach der einen abgeführt, indem man es aus der andern Rinne quer durch die Straße mittelst eines verdeckten Kanals führt.

In einer langen geraden Straße ohne natürliches Gefälle sieht die durch das Steigen und Fallen entstehende wellenförmige Gestalt der Fahrbahn nicht gut aus, daher man, wenn Gefälle zur Ablenkung des Wassers nach einer Seite hin vorhanden ist, der Mitte der Fahrbahn nur ein einziges Gefälle giebt, die Rinne aber steigen und fallen läßt, so daß in der Mitte zwischen zwei Abzügen die Rinne am höchsten gelegt wird, und sie von da aus fällt. In der Mitte hat die Straße im Querprofile also die mindeste, und an den Abflüssen die meiste Wölbung. Die Fahrbahn behält in diesem Falle im Querschnitte kein beständiges Profil, weil man sonst alles Gefälle in die Rinnen allein legen müßte, wodurch die Seiten derselben zu steil würden, sondern sie wird nach den Abzügen hin allmählig auch stärker gewölbt.

§. 81. In Fig. 47. ist das Querprofil einer gepflasterten 30′ breiten Straße vorgestellt, deren Fahrbahn 17′, die Rinnen 3′ und die Fußwege 3′ 6″ breit sind, und erstere aus einem Kreisbogen mit 10′ 5″ — 10′ 0″ = 5″ Fall besteht. Die Rinnen haben 3″ und die Fußwege 1″ Fall. — In Fig. 48. besteht der Querschnitt der 24′ brei-

ten Fahrbahn aus zwei geraden Linien, und an den Seiten befinden sich zwei mit Bruchsteinen eingefaßte Trottoirs von 5″ Höhe über den Rinnen. — Fig. 49. zeigt ein 8′ breites, mit untermauerten Platten belegtes Trottoir, nebst einer Rinne in Werkstücken. Die Einfassung am Rande ist gleichfalls von Werkstücken.

Sechstes Kapitel.

Brücken und Kanäle.

§. 82. Das Grabenwasser, die Quellen und Bäche werden durch Kanäle und Brücken unter der Straße durchgeführt, das Wasser aus quelligen Stellen unter der Straße selbst aber durch Sickerkanäle herausgebracht.

Wilde Berggewässer, welche viel Schutt mit sich führen, hat man früherhin mittelst Mulden oder Ueberfällen über die Straßen geleitet, wodurch man diese unnöthiger Weise unbequem machte, weil man dort die Straße erhöhen, und dann immer hinlänglich hohe und weite Brücken bauen mußte, welche solchen Schutt unter der Straße fortführen. Nur bei Pflastern in bewohnten Orten ist man, wiewohl sehr selten, genöthigt, das Wasser durch eine offene Rinne über die Straße zu leiten; in der Regel kann man es durch Kanäle abführen.

Von der Anlegung der Brücken über Flüsse und Ströme kann, der Bestimmung dieses Werkes nach, hier nicht die Rede seyn.

§. 83. Zur Abführung des Grabenwassers in der Ebene und im hügeligen Lande reicht es hin, an den tiefsten Stellen Kanäle zu bauen, und von da das Wasser nach den Thalwegen zu leiten. In Steigen muß es aber öfter abgeleitet werden, damit es sich nicht zu sehr anhäufe und die Gräben beschädige. Die Entfernung eines Kanals vom andern in diesem Terrain hängt von der Ausdehnung und Steilheit der Abdachung ab, deren Wasser in den Gra-

ben fällt, und ist gewöhnlich von 30 bis 80 Ruthen. Um so wenig als möglich für die Anlegung und Unterhaltung eines Abzugsgrabens nach dem Thalwege sorgen zu dürfen, sucht man zur Baustelle der Kanäle felsige Abhänge aus, über die das Wasser ohne Beschädigung der Abdachung in's Thal fließen kann.

Auch da ist es nöthig, das Grabenwasser abzuführen, wo das Gefälle einer Steige nach unten hin abnimmt, weil in den obern Gräben, vermöge ihres größeren Gefälles, gröberes Material fortgeschwemmt wird, welches in den untern Gräben, wegen ihres schwächern Gefälles, nicht mehr fortgebracht werden könnte, daher liegen bleiben und sie zuflößen würde, wenn man dort nicht für den Abfluß des Wassers sorgte.

Da Gräben nie viel Wasser bringen, so könnten Kanäle von einer geringen Oeffnung es allerdings abführen. Diese werden aber von Gesträuch und Schutt zu leicht verstopft, daher man sie immer 2 bis 3′ im Lichten breit, nämlich so weit und hoch anzulegen hat, daß ein Mann gebückt darin arbeiten und sie ausräumen kann.

§. 84. Die Figur 50. a, b, c und d stellt den Grundriß, Längeschnitt, Querschnitt und Ansicht eines solchen Kanals für eine Stelle vor, an welcher die Straße einen Damm bildet.

Das Fundament wird $1\frac{1}{2}$ bis 2′ unter dem Wasserlaufe, oder, wenn der Boden auf einer solchen Höhe noch nicht fest ist, tiefer angelegt. Bei einer größern Tiefe des festen Bodens setzt man den Kanal auch wohl auf Grundpfeiler (wie in Fig. 51.). Um sich von der Gattung der unteren Bodenschichten zu versichern, werden, wenn der bloße Augenschein nicht schon nach der Terrainbildung einen festen, nicht zusammendrückbaren Untergrund ergiebt, an verschiedenen Stellen bis auf 10′ Tiefe unter die anzunehmende Fundamenthöhe mit dem Erdbohrer die Schichten aufgenommen. Diese Vorsicht ist bei Kanälen und noch

mehr bei größeren Brücken, unerläßlich. Bei dem geringen Gewichte eines Kanals wird es nur im Sumpfboden nöthig seyn, ihn auf einen liegenden oder gar Pfahlrost zu setzen. Wenn der Untergrund weich ist, verbreitert man die Absätze des Fundaments, oder, was noch besser ist, man läßt das Fundament auch unter dem Wasserlaufe durchgehen (siehe Fig. 52.). Diese Vorrichtung reicht jedesmal hin, wenn der Boden nicht aus Schlamm oder Torf besteht.

Die Widerlager haben sowohl dem Drucke des Gewölbes als der Hinterfüllungserde zu widerstehen; da beide aber in entgegengesetzter Richtung wirken, so heben sie sich zum Theil auf, und man könnte die Dicke bei der geringen Höhe schwächer annehmen, wenn keine Beschädigungen durch Fluthen, Verwitterung einzelner Steine, und die beständigen Erschütterungen durch das Fuhrwerk zu befürchten wären, welche bei einem zu dünnen Widerlager leicht den Einsturz eines Theils des Kanals veranlassen könnten.

Das Gewölbe darf nicht mit einer gleichmäßigen Dicke ausgeführt, und die Winkel mit platt gelegten Steinen ausgemauert werden, was meistens geschieht, sondern muß (wie es in der Figur angegeben ist) auf die ganze Dicke bis zum äußern Rande durchgeführt werden. Die Außenseite kann aus einem Kreisbogen, wie in der Zeichnung, oder aus zwei geraden, schwach geneigten Linien, welche sich in der Mitte schneiden, bestehen, und wird mit einer 1″ hohen Lage Traßmörtel oder Cement gedeckt, um das Durchsickern des Wassers zu verhindern. Wenn man nicht Ursache hat, eine größere Höhe zu vermeiden, ersetzt man diesen Guß auch wohl durch einen 1′ hohen Lehmschlag.

Die Flügelmauern werden, um das Wasser besser zu fangen, um $\frac{1}{4}$ ihrer Länge auswärts geführt, und erhalten gewöhnlich eine äußere Böschung oder Anlauf von $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{12}$ ihrer Höhe. — Unter den Stirnmauern versteht

man die zwei Mauern am Straßenrande, welche, parallel mit der Straße, auf dem Gewölbe ruhen.

Der Wasserlauf ist derjenige Theil, dessen zweckmäßige Ausführung zur Erfüllung des Zwecks des Kanals am meisten beiträgt. Schon bei den gepflasterten Rinnen wurde bemerkt, daß sie dann am wenigsten verschlammt werden, wenn sie in der Mitte nicht abgerundet sind, sondern einen scharfen Winkel bilden. Bei Kanälen ist dieses noch viel wesentlicher, weil gröberes Material durchgehen soll. Man giebt daher den beiden geraden Linien im Querprofile des Wasserlaufs ein Gefälle von 6″ vom Widerlager zur Mitte. Eben so wichtig ist die Anwendung eines richtigen Längeprofils. Es erhält eine wenigstens eben so starke Neigung als die Gräben, und zwischen den obern Flügelmauern, wo sich das Wasser in einem rechten Winkel wenden muß, die doppelte, damit kein Schutt liegen bleibe. Am besten führt man ihn mit glatten untermauerten Bruchstein- oder Werkstückplatten aus, und, wo man keine solche hat, mit einem in Kalkmörtel versetzten Gestücke (wie in Fig. 52.). Diese Vorkehrung, in der Mitte des Wasserlaufs eine scharfe Rinne zu bilden, und ihr viel Gefälle und eine glatte Oberfläche zu geben, leistet sehr viel. Brücken, deren Wasserlauf in vorbemerkter Art gebaut ist, durch welche große Schuttmassen gehen, sind nach jedem Gewitter so rein, als wenn sie eben geputzt worden wären.

Am untern Ende wird der Wasserlauf als aufrecht stehendes Gewölbe gemauert, um jede Beschädigung durch das ausfließende Wasser zu vermeiden, und, wenn dieses etwas stärker wird, eine kleine Steinvorlage eingegraben. Nur da, wo man Werkstücke zu geringen Preisen hat, führt man ganze Kanäle davon aus, sonst wendet man sie nur an, um Stellen, die leicht beschädigt werden, als die obern Seiten der Flügel- und Stirnmauern, damit zu decken. Dünner als 6 bis 8″ und kleiner als 3 bis 4′ dürfen

die einzelnen Steine aber dann nicht seyn. Wenn sie zu theuer sind, so werden diese Flächen mit Rollschichten von Bruchsteinen versehen.

§. 85. Im vorigen §. war angenommen, daß die Kanäle im Halbkreise überwölbt werden, welche Form außer dem Spitzbogen allerdings die wohlfeilste, und bei gleichen Kosten die dauerhafteste ist. Manchmal hat man aber Ursache, wegen der abwärts anzulegenden Abzugsgräben die Höhe des Kanals, bei gegebener Straßenhöhe, so gering als möglich anzunehmen, und alsdann wählt man einen Kreisbogen als Gewölbelinie. Die Höhe des Gewölbes richtet sich nach der Lagerhaftigkeit der Steine; bei denjenigen, die sich zu keilförmigen Gewölbesteinen bossiren lassen, reicht $\frac{1}{8}$ der Weite hin. Dann müssen aber die Widerlager durch Strebepfeiler verstärkt werden. Gewöhnlich nimmt man $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ der Weite zur Höhe an (Figur 58.).

Um die Höhe möglichst zu vermindern, oder, wenn die Werkstücke wohlfeil sind, kann man auch das Gewölbe durch Steinplatten ersetzen. Achtzöllige Platten von Werkstücken, oder 2 auf einander liegende, 4- bis 5zöllige, harte Bruchsteinplatten reichen hin, und, wo der Basalt säulenförmig bricht, legt man auf die Widerlager Basaltblöcke, deren Zwischenräume mit kleineren Steinen ausgezwickt werden.

Man baut mit Platten gedeckte Kanäle auch wohl von trocknem Mauerwerk, allein mit Unrecht; denn die Ersparung ist nicht groß, und selten trifft man so lagerhafte Bruchsteine, daß das damit ausgeführte trockne Mauerwerk den beständigen Erschütterungen, denen die Kanäle ausgesetzt sind, längere Zeit ohne beträchtliche Reparaturen widersteht. Diese Erschütterungen sind so nachtheilig, daß man sogar bei dem Bau in Kalkmörtel nie zu viele Sorgfalt, sowohl auf die Materialien als auf die Ausführung, verwenden kann.

Wenn die Straße mit dem anstoßenden Terrain ungefähr in gleicher Höhe liegt, oder in einen steilen Abhang eingeschnitten ist, so wird der Kanal nicht mit Flügelmauern versehen, sondern man verlängert die Stirnmauer, welche, wenn sie in festem Boden zu stehen kommt, an den Seiten abgetreppt wird. Die Straßenböschung wird in Gestalt eines Viertelkegels dawider gelegt (siehe Figur 53. a, b und c).

Bei dem Einlaufe in die Kanäle behalten die Gräben nicht gleiche Tiefe, sondern sie werden auf eine Entfernung von 5 bis 20 Ruthen, nach der Sohle des Wasserlaufs zu, allmählig vertieft. An hohen und nicht ganz festen Böschungen ist eine solche Vertiefung der Gräben theuer und nachtheilig. Man vermeidet sie daher durch die Anleguug eines sogenannten Wasserkastens, wenn die Gräben so wenig Gefälle haben, daß nie Schutt darin fortgeführt wird. Der Boden des Wasserkastens, der Rand des Grabenprofils und die hintere Mauer werden mit Werksteinplatten belegt (siehe Fig. 54. a, b und c, worin der Querschnitt im doppelten Maaßstabe gezeichnet ist).

§. 86. Quellwasser, welches nie Schutt mit sich führt, kann man in der Ebene durch die Straßengräben bis zum nächsten Kanale ableiten, wenn man dadurch keine Berechtigungen zu Wiesenbewässerungen u. s. w. stört. In steilen Abhängen aber werden Quellen, sobald sie die Straße berühren, darunter abgeleitet, weil sie, in den Graben fließend, den Straßenkörper erweichen und dessen Einsturz veranlassen können. Sie bedürfen der kleinsten Kanäle, deren Weite sich nach der Stärke der Quellen richtet, und zwischen 1 und 3′ ist. Diese werden nur 1′ bis 1′ 6″ hoch, und können mit Platten gedeckt werden. Ihre Formen sind übrigens die nämlichen, wie im §. 83.

Wenn das Bett einer Quelle nach den Erdarbeiten des Straßenbaues höher als der Graben liegt, und sie also in der Straßenböschung hinunterfließen muß, so legt

man in diesem einen 4 bis 6′ breiten, muldenförmigen Wasserlauf an. Dieser wird mit dem Wasserlaufe unter dem Kanale durch einen gekrümmten Theil verbunden, damit das Wasser nirgends widerstößt und das Mauerwerk beschädigt (Fig. 55. a und b).

Bei hohen Böschungen werden auch Wasserkasten, wie im vorigen §., angebracht, deren Hintermauer nach dem Profil des Wasserlaufs mit Quaderplatten gedeckt wird.

Da die drei Mauern des Wasserkastens durch das beständige Spritzen des Wassers in diesem Falle leicht beschädigt werden, so thut man besser, sie ganz mit Quadern zu verkleiden.

Diese kleinen Kanäle können auch ganz gut zu Wasserabzügen in Steigen gebraucht werden, welche nach dem Thale hin einen ziemlich steilen Abhang haben. Wenn der obere Bergabhang nicht viel Wasser bringt, so reicht eine Weite von 1′ und eine Höhe von 1′ 6″ hin. Der Wasserlauf muß aber eine scharfe Rinne bilden, und das 3- bis 4fache Gefälle der darin einmündenden Graben erhalten, damit der Kanal sich nie verstopfen könne. An den Kanälen dieser Art legt man die Deckplatten treppenförmig (Fig. 59.).

§. 87. An Schluchten von nicht mehr als 150 Ruthen Länge, die nur bei heftigem Regen etwas Wasser bringen, und über welche Steigen (nach §. 34.) mittelst eines hohen Dammes geführt werden, bedarf es der Anlegung eines Kanales gar nicht, sondern man legt in den Thalweg unter der ganzen Breite des Dammes eine 4′ breite und 2′ hohe Lage von Bruchsteinen, durch welche das sich sammelnde Wasser nach und nach durchsickert.

Ueber Schluchten, welche bei Platzregen nicht vielen Schutt mitbringen, lassen sich Brücken von der Form der Kanäle (des §. 83.), jedoch mit einer, für die größten durchkommenden Wasser- und Schuttmassen hinreichenden Oeffnung bauen. Der Wasserlauf erhält wenigstens eben

so viel Gefälle als der Thalweg der Schlucht, wenn dieser nicht selbst jenen bildet. Im letzteren Falle werden die muldenförmigen Wasserläufe in der Straßenböschung, wie im vorigen §., angewendet; aber der gekrümmte Theil wird länger, damit bei schwächerer Krümmung der Schutt besser fortgeführt werde.

§. 88. Die Weite der Brücke, welche über einen Bach führen soll, läßt sich, wenn man in der Nähe eine Stelle findet, wo das Bett im Beharrungsstande ist, und hohe Ufer hat, welche der Bach bei der höchsten bekannten Fluth nicht überstieg, außer den gewöhnlichen Mitteln, auf folgende Art bestimmen: Man nimmt an jener Stelle das Querprofil des Bachbetts, dessen Gefälle und den Stand der höchsten Fluth auf, berechnet danach die mittlere Geschwindigkeit der letzteren, wenn man nicht im Falle war, sie beobachten zu können, und bestimmt hiernach die damals abgeführte Wassermasse *).

Zur Weite der Brücke nimmt man die mittlere Breite in der Bachenge an, und berechnet nach dieser Breite, der gegebenen Wassermasse und dem aufzunehmenden Gefälle des Bachs an der Baustelle die Höhe, welche das Wasser bei der höchsten Fluth dort zwischen den Widerlagern haben wird, und die korrespondirende mittlere Geschwindigkeit.

Die gefundene Höhe giebt den Anfang des Gewölbes oder die Höhe der Widerlager an, und nach der mittleren Geschwindigkeit der größten Fluth bestimmt man, ob das Material des Bachbetts dieser ohne Auskolkung widerstehen wird (s. §. 3.).

In vielen Fällen würde die Annahme der mittleren Breite der Bachenge zur Brückenbreite die Erbauung von

*) Ueber diese Berechnung s. Eytelwein's Handbuch der Mechanik fester Körper (8tes Kapitel).

sehr großen Brücken nach sich ziehen, daher man sie kleiner annimmt, so daß die Höhe der Widerlager und die Wassergeschwindigkeit bei Fluthen größer wird. Beide werden wie vorhin berechnet, und man muß nach der ermittelten Geschwindigkeit die Mittel zum Schutze des Wasserlaufs anwenden, welche in den folgenden §. angegeben sind.

Noch sicherer wird man allerdings die Oeffnung und Höhe der Brücken, wie in allen Werken über Wasserbau angegeben ist, nach den Dimensionen in der Nähe befindlicher Brücken, welche der höchsten Fluth widerstanden haben, bestimmen können. Es wird dann nur auf die allenfallsigen verschiedenen Gefälle der beiden Stellen zur Bestimmung der Weite und Höhe der Brücke Rücksicht zu nehmen seyn.

Die Lage der Brücken wird so bestimmt, daß der Bach auf einige Entfernung ober- und unterhalb gerade, und in der Regel senkrecht auf dieselben fließt, daher ein etwaiger krummer Lauf desselben durch Geradelegung regulirt werden muß. Diese Geradelegung ist bei Brücken, deren Höhe durch Umstände beschränkt ist, besonders nützlich, weil sich der Spiegel des Hochwassers dadurch senkt.

Ein felsiges Bett kann manchmal dadurch vertieft werden, daß man die höher als das allgemeine Gefälle liegenden Felsbänke um einige Fuß senkt. Aber nur ein ausgedehntes Nivellement und Lokalplan des Bachbetts kann Gewißheit über die Zweckmäßigkeit einer solchen Vertiefung geben. Außer diesen beiden Fällen ist eine merkliche Niedriglegung des Bachbettes in der Regel nur bei unbedeutenden Gewässern ausführbar.

Wenn die Straßenlinie bei Thalstraßen oder in Steigen dem Spiegel eines Sturzbaches, der viel Gerölle mit sich führt, zu nahe kommt, als daß man der darüber zu bauenden Brücke eine hinreichende Höhe geben könnte, so

wendet man entweder die von Sechmann *) und Wiebeking **) angegebenen Mittel an, um den Bach durchzuführen, oder man biegt die Straße nach dem Thale hin weit genug aus, um die nöthige Höhe für die Brücke zu erlangen, und unterstützt die Straße nach der Thalseite hin durch Futtermauern, wenn Erdböschungen zu lang werden sollten.

Die Maaße für die Dicke der Widerlager und Schlußsteine der Gewölbe und der Flügelmauern der Brücken sind in v. Sechmann's und Schemerl's Werken angegeben. Für größere Bogen befinden sich ausführliche Tabellen in Sganzin's Cours de Construction, welche in Wesermann's Taschenbuch ebenfalls abgedruckt sind. Ueber die Wahl eines Halbkreises, Kreisbogens oder einer Ovale zur Bogenlinie findet man dort auch das Nähere.

So lange es thunlich ist, ohne zu große Kosten oder übermäßige Erhöhung der Anfahrten den Bach mit einem einzigen Bogen zu überwölben, legt man deren, besonders über reißende Bäche nicht mehrere an, weil Mittelpfeiler sehr leicht bei Fluthen durch den Stoß des Gerölles oder schwimmender Körper, welche dawider stoßen und die Oeffnungen sperren, beschädigt werden, und den Einsturz der ganzen Brücke nach sich ziehen.

§. 89. Die Brücken werden entweder auf den Untergrund selbst, wenn er hinlänglich fest ist, gesetzt, oder auf einem Pfahlrost oder liegenden Rost gegründet. Gegen das Auskolken werden gewöhnlich entweder Spundwände um die äußere Linie des Fundaments herum in einer hinlänglichen Tiefe geschlagen, oder der Wasserlauf wird mit einem steinernen Fluthbette versehen, wo die Oberfläche

---

*) Seite 89.

**) Wiebeking's theoretisch-praktische Straßenbaukunde. Sulzbach 1808. §. 29.

aus einem hölzernen Rahmwerke besteht, dessen Zwischenräume man mit mehr oder weniger schweren Bruchsteinen ausstückt. Bei ruhigen Gewässern sind diese Vorkehrungen zweckmäßig, bei reißenden Bächen ist aber die Anwendung von Holz von keiner besondern Dauer; denn das Eis und Gerölle zerstört bald die Zangen und Köpfe der Spundwände, und eben so schnell wird ein Rahmwerk angegriffen. Oft wird auch bei Fluthen eines oder mehrere Verbandstücke des letztern weggerissen, was gewöhnlich die Zerstörung eines kleinern oder größern Theils des Fluthbettes, und bei einem anhaltend hohen Wasser die Zerstörung der Brücke selbst zur Folge hat. In solchen Fällen werden, wo große Steinblöcke zu haben sind, Steinlagen vorgezogen.

Wenn der Untergrund fest, und der Wasserlauf durch eine hinreichende Oeffnung des Bogens gegen ein beträchtliches Auskolken gesichert ist, so giebt man den Fundamenten, ohne Anwendung des Rostes, von Innen und Außen breite Absätze und eine Tiefe, bis zu welcher die Auskolkungen gewöhnlich reichen, nämlich 4′ bei kleinern und 6 bis 8′ bei stärkern Bächen. Bei einem nicht über 15′ weiten Bogen wird die ganze Breite des Wasserlaufs in gutem Verbande mit Steinen ausgestückt, welche schwer genug sind, um von dem Wasser bei der Geschwindigkeit der höchsten Fluth nicht fortgerissen zu werden; eine Dicke dieser Steinlage von 2′ reicht hin. Am unteren Ende wird eine Lage von den schwersten Steinen auf die ganze Breite des Betts und auf die Tiefe der gewöhnlichen Auskolkungen angelegt. Wenn auch eine Fluth einzelne Steine wegreißt, oder das Bett unter sich vertieft, so fallen die daran liegenden Steine nach, und füllen nach einer flachen Böschung die Vertiefung aus; der Schaden ist nach abgelassener Fluth leicht zu repariren (Fig. 56.).

Mehrere Brücken habe ich bei der ersten Anlage mit solchen Lagen von 3 bis 5 Centner schweren Steinen versehen, und diese auch an älteren Brücken angebracht, deren

Fluthbette wegen unzureichender Oeffnung weggerissen worden, und an deren Stelle tiefe Kolke entstanden waren. Sie sind von den stärksten Fluthen noch nicht beschädigt worden. Bei diesen älteren Brücken habe ich die Oberfläche der Steinlage 3 bis 4′ unter die Normalhöhe des Bachbetts gelegt, um dem Bogen ein hinlängliches Profil zu geben.

Wenn große Blöcke zu theuer, aber ziemlich große und lagerhafte Bruchsteine zu haben sind, so wird damit ein Gestück wie bei den Kanälen, aber 2′ dick und in Wassermörtel, angefertigt. Am unteren Ende ist aber jedenfalls die Vorlage von schweren Steinen, und nur da, wo keine zu haben sind, eine Spundwand mit Faschinenbettung anzubringen.

Die Anlegung eines versteinten Wasserlaufs würde bei mehr als 15′ weiten Bogen zu viel kosten, daher bringt man bis zur Tiefe des Fundaments längs der Widerlager eine Vorlage von schweren Steinen an, welche bei Auskolkungen die Vertiefungen in der Nähe des Fundaments nach der Linie ab (Fig. 57.) ausfüllen. Wenn man nach jeder Fluth die Vorlage dicht am Fundamente wieder herstellt, so wird sich bald ein Profil des Wasserlaufs bilden, welches dem höchsten Wasser widersteht.

Das sehr angegriffene Fundament einer alten Brücke bei dem Bade Bertrich habe ich auf diese Art im Jahre 1823 gedeckt, und es waren nach den häufigen Fluthen, welche 12 bis 17′ Geschwindigkeit haben, zu allen Reparaturen seit 8 Jahren kaum 300 Kubikfuß 6 bis 9 Centner schwere Blöcke Säulenbasalts nöthig.

Um auf Felsen zu gründen, wird dieser wenigstens 1′ tief zu einem horizontalen Lager ausgeschroten. Wenn der Fels auf die Breite des Bettes zu Tage liegt, so schrotet man ihn zu einer Rinne aus, um das Wasser besser in der Mitte zu halten.

§. 90. Die Brustmauern, Abweiser oder Radstößer, die

die Stirn- und Flügelmauern sind am meisten den Blicken der Vorübergehenden ausgesetzt, und es wird daher auf ihr Aeußeres gewöhnlich etwas mehr Sorgfalt verwendet, als bei den andern Theilen der Brücken.

An Kanälen unter 4′ Weite legt man, wenn sie nicht über 8′ hoch sind, gar keine Brustmauern, oder nur $1\frac{1}{2}$′ hohe an, welche dann aus einem oder höchstens 2 Quadern bestehen. Auf Brücken werden sie 2′ 6″ bis 3′ 6″ hoch und 1′ 6″ bis 2′ 0″ dick gemacht; man führt sie entweder ganz in Bruchsteinmauerwerk auf, indem man den obern Theil mit einer 1′ hohen Rollschichte versieht, und nur an beiden Enden Quaderplatten legt, um sie vor Beschädigungen zu sichern, oder man ersetzt die Rollschichte durch eine fortlaufende Lage Quaderplatten, welche jedoch nicht unter 8″ Höhe haben (Fig. 65.), oder man führt sie ganz in Werkstücken auf (Fig. 66.). Die obere Fläche besteht aus einem flachen Kreisbogen, oder zwei geraden Linien, die sich unter einem sehr stumpfen Winkel schneiden. — Brustmauern aus Werkstücken bestehen am besten aus einem einzigen Blocke für die ganze Höhe; sind so große Steine nicht wohl zu haben, so sollen die Deckplatten doch wenigstens aus größeren Stücken, von 3 bis 10′ Länge, bestehen, und wenn auch diese fehlen, so werden die kleinern Stücke entweder durch Falzen (Fig. 67.), oder besser durch kugelförmige Zapfen (Fig. 68.) verbunden.

Bei Brücken über 30′ Weite ist es in Betrachtung der Kosten, welche beinahe im Verhältnisse der Brückenbreite wachsen, zweckmäßig, die Brustmauern durch Geländer von Guß- oder Schmiedeeisen zu ersetzen, wodurch ungefähr 2′ für die Fahrbahn gewonnen werden. Dieses geht aber nur in der Nähe bewohnter Orte an, weil anderswo Geländer, wegen Mangel an Aufsicht, leicht beschädigt werden.

Die Abweiser werden, um die Naben der daran stoßenden Räder nicht zu beschädigen, nur 1′ 6″ bis 2′ hoch.

Auf Straßen von geringer Bedeutung nimmt man rauhe Steinblöcke dazu, anderswo aber immer Werkstücke. Sie erhalten die Gestalt von geraden oder schiefen abgestumpften Kegeln, welche mit einem sehr flachen Kegel gedeckt werden (Fig. 65 und 66.). Sie dürfen nie die Brustmauern berühren, damit sie diesen nicht die Erschütterungen, welche der Stoß der Räder verursacht, mittheilen, und sie dadurch beschädigen.

Die Stirnmauern größerer Brücken sehen zu leer aus, wenn sie ganz flach liegen, und werden daher gewöhnlich mit einem Gurte von wenigen Gliedern, wie in Fig. 66., gedeckt. Die Flügelmauern größerer Brücken führt man meistens in Werkstücken aus. Die Lagerfugen endigen an der Dammböschung nicht in einer horizontalen Linie, weil sich dadurch in jeder Schichte ein leicht zu beschädigender spitzer Winkel bilden würde, sondern man verkröpft sie senkrecht auf die Böschung, oder schneidet den Winkel vertikal ab. (Beide Konstruktionen sind in Fig. 66. angegeben.)

Die Flügelmauern werden mit dem Gewölbe und den Stirnmauern dadurch verbunden, daß aus ersteren bis zu einer Neigung der Gewölbesteine von 20° und aus den Stirnmauern Bänder in jene einlaufen.

§. 91. In der Regel wird die Fahrbahn der Brükken horizontal gelegt, und die gepflasterten Rinnen erhalten, von der Mitte der Brücke aus, Gefälle von $\frac{1}{2}'$ auf die Ruthe zur Abführung des Wassers. Bei größeren Brücken werden die Fußwege auch mitunter als Trottoirs erhöht.

Brücken unter 50′ Weite werden so breit als die Straße, größere manchmal etwas schmaler, aber nie um mehr als $\frac{1}{4}$ der Straßenbreite, und nicht mit weniger als 20′ breiter Fahrbahn angelegt. In größern Städten darf eine solche Verminderung der Straßenbreite nicht statt finden.

§. 92. Gegen den übertriebenen Luxus bei Erbauung

von Brücken äußert sich sehr treffend Wesermann in seinem Taschenbuche (Seite 417 und 423), obschon diese Bemerkungen vielleicht kaum nöthig waren; denn gewöhnlich sind die Baugelder so geringe, daß sich alle unnöthigen Ausgaben von selbst verbieten. Der größte Theil der Kosten, nämlich für die aus großer Entfernung beizubringenden Werkstücke, läßt sich bei Gewölben unter 80′ Oeffnung, deren Höhe nicht unter $\frac{1}{3}$ der Weite ist, durch Anwendung von harten Bruchsteinen, die, wenn sie nicht gehörig lagerhaft sind, bossirt werden, füglich vermeiden. Es versteht sich jedoch von selbst, daß man in jedem besondern Falle sich durch Versuche versichert, ob die vorhandenen Bruchsteine im Stande sind, dem zu berechnenden Drucke, welchen sie im Gewölbe zu tragen haben, zu widerstehen, wobei sie dann immer wenigstens eine doppelte Last müssen tragen können, ohne zu zersplittern.

Man darf aber auch nicht in das andere Extrem verfallen, und Quadern, die immer ohne Vergleich dauerhaftere Werke geben als kleinere Bruchsteine, gar nicht anwenden wollen, wenn sie auch in der Nähe zu haben sind, und die Brüenckkasse einige Mehrausgaben verträgt, die nicht beträchtlich werden, sobald man nur Werkstücke von nicht zu großen Maaßen anwendet. Es ist namentlich sehr vortheilhaft, die Widerlager bis einen Fuß über das gewöhnliche Wasser mit Werkstücken zu verkleiden, weil das Wasser den Mörtel der breiteren Fugen des Bruchsteinmauerwerks, wenn er auch Traß enthält, bald auflös't, und häufige Reparaturen verursacht.

Nur da, wo die Werkstücke zu theuer sind, kann man dazu die größten Bruchsteine auswählen, deren Fugen sauber bossirt und mit Steinkitt oder noch besser mit römischem Cement verstrichen werden.

Ich habe, da, außer Sganzin, die Werke über Straßenbau keine Details des Fugenschnittes von Brücken aus Werksteinen enthalten, denselben in Blatt 7. gegeben,

worin angenommen ist, daß nur Werkstücke von 10 bis 14″ Dicke verwendet werden sollen. — Die Höhen vom Absatze des Fundamentes zum Anfange des Prisma's der Flügelmauern, zum Anfange des Gewölbes und zum Gurte werden vorab so angenommen, daß sie eine ganze Zahl Steindicken enthalten, oder mit andern Worten, die gewählte Dicke der Werkstücke zum gemeinschaftlichen Divisor haben. Jeder, welcher die Lehre vom Steinschnitte studirt hat, wird ohne Anstand Entwürfe nach dieser Anleitung machen können.

§. 93. Ich werde hier noch einige Fälle anführen, in welchen die Brücken und Kanäle besondere Formen annehmen.

1) Wenn der Wasserlauf eines Kanals ein beträchtliches Gefälle hat, so legt man am Schluß des Gewölbes die Deckplatten zwar horizontal, aber in Treppen an, wodurch an Mauerwerk gespart wird (Fig. 59).

2) Wenn die Straße sehr hoch über dem Thalwege hinzuführen ist, so geschieht dieses:

a) entweder durch einen hohen Damm. Die Brücke erhält nur die zum Abflusse des Wassers nöthige Höhe; es ist aber nicht rathsam, sie nur auf die Straßenbreite auszuführen, weil dieses die Anlegung sehr hoher und dicker Flügel- und Stirnmauern erfordert, sondern man verlängert sie auf die ganze Breite des Dammes, wodurch man nur mäßig hohe Flügelmauern zu bauen hat. Da man ein solches, mit einer hohen Erdschüttung bedecktes Mauerwerk späterhin nicht mehr repariren kann, ohne einen Theil des Dammes abzutragen, wodurch die Kommunikation gefährdet oder gar unterbrochen wird, so ist es nöthig, das Ganze so fest zu bauen, daß Hauptreparaturen nicht wohl vorkommen können, weswegen jeder Theil stärker als gewöhnlich, und das Ganze sowohl mit Sicherheit gegründet, als mit der größten Sorgfalt und den vorzüglichsten Materialien ausgeführt werden muß.

Die Fig. 60. stellt für einen ähnlichen Fall ein Gewölbe, aus einem ganzen Kreise bestehend, vor, welches, gehörig ausgeführt, ungemein dauerhaft ist.

b) durch eine Brücke von mehreren Bogen. Für solche Werke sucht man die schmalsten Thalengen aus, und giebt den Bogen 40 bis 50′ Weite; der Schluß der Gewölbe wird unmittelbar unter die Fahrbahn gelegt, und wenn die Pfeiler mehr als 40′ Höhe erhalten, eine zweite Reihe von Bogen dazwischen gesprengt, so wie man es an den römischen Wasserleitungen sieht, welche über tiefe Thäler geführt sind. Gewöhnlich werden die Pfeiler, die eine sehr große Last zu tragen haben, auf Felsen gegründet, und erhalten auf beiden Stirnseiten eine Böschung von $\frac{1}{12}$ ihrer Höhe.

3) Bei Felsgründen läßt sich der Bogen ohne Widerlager unmittelbar auf den Felsen setzen. In der Richtung der Ufer werden kleine Seitenmauern gezogen, welche mit dem Bogen selbst nicht verbunden sind, um dessen Setzen nicht zu hindern (Fig. 61.). Wenn man in der Höhe beengt ist, beschreibt man den Bogen aus drei Kreisbogen.

4) Auch über enge Felsschluchten, deren Gestein so derb ist, daß keine Verwitterung vorkommt, können Bogen ohne Widerlager geschlagen werden (Fig. 62.).

5) Bei engen aber sehr tiefen Bachbetten legt man, anstatt die Brücke mit Stirnmauern zu versehen, mehrere Bogen an, wodurch eine Ersparung von ungefähr $\frac{1}{3}$ des Mauerwerks und eine größere Dauerhaftigkeit erreicht wird. Die Fig. 63. stellt eine Brücke dieser Art vor, an welcher die zwei äußeren Bogen für den Theil, welcher im Boden ruht, mit einem Kreisbogen von kleinerem Halbmesser beschrieben sind, und hier keine Widerlager hat, weil der Boden fest genug ist.

Dieser Fall gehört zwar in die zweite Abtheilung des

zweiten Falls, ich führe ihn aber besonders an, weil er oft vorkommt.

6) Für Brücken, deren Axe mit der Straßenlinie einen spitzen Winkel macht, und die in Quadern ausgeführt werden, ist der Fugenschnitt in Perronet's Werken, in's Deutsche übersetzt von Dietlein, Halle 1820, ausführlich angegeben; für diejenigen, welche mit Bruchsteinen gebaut werden, habe ich die Zurichtung der Lehrbogen im §. 146. auseinandergesetzt.

§. 94. Ich habe nur die steinernen Brücken angeführt, weil man gußeiserne und Kettenbrücken blos bei großen Oeffnungen, aber nicht zum Ueberschreiten von Bächen baut. Hölzerne Brücken über nicht sehr bedeutende Gewässer und hölzerne Kanäle sollten gar nicht vorkommen. Vom Baue der eisernen Brücken handeln unter andern:

Gauthey, Traité de la construction des ponts.
Cordier, im angeführten Werke, und
Navier, Mémoire sur les ponts suspendus.

§. 95. Die Siekerkanäle werden unmittelbar unter die Steinbahn gelegt, und bestehen aus einem Hauptkanale nach der Länge der Straße und auf die ganze Länge des Sumpfes, und aus Seitenkanälen, welche alle 12 bis 24′ das Wasser von jenem nach den Gräben führen und außerdem die Fahrbahn und Fußwege entwässern. Sie erhalten 6zöllige Weite und Höhe, und werden mit trocknem Mauerwerke gebaut, damit das Wasser von allen Seiten dahin abziehen könne; blos die Flügelmauern an den Gräben werden in Kalkmörtel gesetzt. Die doppelten platten Bruchsteine zur Decke müssen sehr enge gefügt seyn und sich wohl überdecken, damit von oben kein Schutt hinabfallen und die Oeffnung zulegen könne (in Fig. 64. ist der Querschnitt und Grundriß vorgestellt). Abzüge dieser Art sind an quelligen Stellen sehr wirksam: es findet ein beständiger Was-

serabfluß statt, und die Straße erhält sich völlig trocken und fest.

Siebentes Kapitel.

Anfertigung des Projekts des Straßenplanums.

§. 96. Die (in den §§. 20 bis 47.) beschriebenen Vorarbeiten hatten den Zweck, die Lage der Straßenlinie auf dem Terrain zu bestimmen. Zur Aufstellung des Entwurfes über die Anlegung einer Straße ist aber noch die Aufnahme der Specialkarte und der Längen- und Querprofile des Terrains in der Straßenrichtung nöthig.

Die Specialkarte besteht aus einer genauen Aufnahme des in der Nähe der Straßenlinie liegenden Terrains, und enthält daher sowohl dessen allgemeine Formen, als auch Details (Einzelheiten), wie Gräben, Vertiefungen, steile Böschungen an Feldern, Häuser u. s. w. Es ist nützlich, auch einzelne Bäume, Grenzsteine, Wegweiser, welche späterhin, bei dem Abstecken der Straße, als Festpunkte benutzt werden können, in die Karte aufzunehmen. Die Grenzen der Grundstücke, welche die Straßenrichtung durchschneiden, werden ebenfalls in die Karte gezeichnet, welche zugleich zur Ermittelung der Grundentschädigungen dient, von den übrigen Grundstücken aber nur die Vielecke, welche die Grenzen der verschiedenen Kulturarten bilden. Für diejenigen Straßenstrecken, bei welchen hinsichtlich der Richtung kein Zweifel obwaltet, reicht es hin, die Umgegend auf einer Breite von 20 bis 30 Ruthen auf beiden Seiten der Straßenlinie aufzunehmen, wenn man nicht für nöthig hält, einzelne entferntere Gegenstände, als die Richtung des alten Wegs, eines Bachs, einen Steinbruch, bewohnten Ort u. s. w. ebenfalls anzugeben.

Der Maaßstab der Karte richtet sich nach der Parzellirung der Grundstücke und dem mehr oder weniger geraden Laufe der Straße. Bei Parzellen unter 2 Ruthen

Breite, oder wenn die Straße viele Krümmungen hat, wendet man den Maaßstab von $\frac{1}{1000}$ oder $\frac{1}{1250}$, bei größeren Grundstücken und geraderem Zuge der Straße hingegen den Maaßstab von $\frac{1}{2000}$ oder $\frac{1}{2500}$ an; ein kleinerer ist nicht zweckmäßig.

Das Terrain wird nach einer der in §. 6. angegebenen Manieren, und die Kulturarten und übrigen Gegenstände nach den in jedem Lande darüber bestehenden Vorschriften eingezeichnet.

Der Meßtisch, den ich übrigens für größere ökonomische Aufnahmen gar nicht unbedingt empfehlen will, giebt bei der Kartirung der Straßenzüge eine hinlängliche Genauigkeit. Bei der großen Länge und geringen Breite der Straßenkarten wäre es aber beschwerlich, für jeden kleinen Theil besondere Meßtischblätter zu gebrauchen; man bedient sich daher mit Vortheil folgender Vorrichtung, um ohne Wechselung des Blattes ziemlich gerade Strecken von einer Viertel- bis einer halben Meile Länge aufzunehmen.

Auf zwei entgegengesetzten Seiten des Meßtischblattes werden Rollen von der ganzen Breite des Blatts angebracht, und diese an den beiden Enden mit senkrecht auf der Axe der Rolle stehenden, gezahnten Rädern versehen, welche durch Sperrhaken, die am Meßtischblatte selbst befestigt sind, festgestellt werden können. Die Rollen sind auf ihre ganze Länge durchgeschlitzt. Das Papier wird für die Strecke von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Meile zusammengeleimt, dessen eines Ende in der Schlitze der einen Rolle befestigt, auf diese fest aufgerollt, und mit dem andern Ende in der Schlitze der andern Rolle befestigt. So wie die Messung fortschreitet, wird das Papier nach und nach von der ersten Rolle ab- und auf die zweite aufgerollt, wobei immer auf eine mäßig scharfe Spannung desselben zu achten ist.

Die Axen der beiden Rollen müssen genau parallel seyn, damit sich das Papier bei dem Abrollen nicht wirft,

und letzteres muß dick, glatt und ohne Falten seyn. Sind diese Bedingungen erfüllt, so wird, wie ich aus vielfacher Erfahrung weiß, die Aufnahme eben so genau als nach der gewöhnlichen Art.

Auf der Specialkarte hat man eine bessere Uebersicht der Straßenlinie, als auf dem Terrain selbst; man prüft daher auf der Karte ihren Lauf, und verändert diejenigen Richtungen, welche durch ihre zu vielen oder zu scharfen Krümmungen dem Auge unangenehm oder sonst nicht zweckmäßig sind. Dieses findet namentlich in Steigen statt, die nach §. 39. bestimmt wurden. Hier lassen sich manchmal Strecken von 30 bis 40 Ruthen durch Abweichungen von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Ruthen von den gefundenen Punkten gerade legen, die nach der ersten Bestimmung mehrere ein- und auswärts springende Winkel bildeten.

Zugleich werden auch auf dem Plane die Bogen zur Verbindung gerader Straßenlinien gezogen, wozu man Kreisbogen von 150′, 100′ oder 60′ Halbmesser nimmt, je nachdem die Steilheit des Terraingefälles eine größere oder kleinere Einbiegung erlaubt *). Diejenigen Theile, welche durchgehends gekrümmt sind, werden ebenfalls nach einer Reihe von Kreisbogen, oder noch besser mit dem krummen Lineale eingezeichnet.

Die Serpentinen (§. 33.) erfordern eine besondere, im §. 112. angegebene Konstruktion. Nach Beendigung der Zeichnung der Querprofile (§. 106.) wird die Straße mit ihren Gräben und Böschungen in den Plan eingezeichnet, wenn dieser im Maaßstabe von $\frac{1}{1000}$ oder $\frac{1}{1250}$ ist. Bei einem kleinern Maaßstabe begnügt man sich, die Gräben durch Parallelen längs der Straßenränder vorstellen.

§. 97. Die Längen- und Querprofile der nach dem vorigen §. festgestellten Straßenlinie werden mit der Ka-

---

*) S. §. 21. des Anhangs.

nalwage gemacht, und man nimmt an jeder Stelle, wo der Fall des Terrains, sowohl der Länge als der Breite nach wechselt, ein Profil auf. Es ist zweckmäßig, deren eher zu viele, als zu wenige zu nehmen, weil man diejenigen, welche, nachdem sie aufgetragen worden, als unnöthig erkannt werden, weglassen kann, fehlende Profile aber auf die Genauigkeit des Entwurfs einen nachtheiligen Einfluß haben. An sehr unebenen Stellen sind sie von Ruthe zu Ruthe oder noch näher, an ganz ebenen aber nur auf eine Entfernung von 25 bis 30 Ruthen nöthig. Im Gebirge sind sie durchschnittlich 5 bis 8 Ruthen von einander entfernt.

Man steckt die Straßenlinie, in so fern sie (nach dem vorigen §.) verändert worden, von neuem ab, und versieht jeden Profilpunkt mit zwei Pfählen; der Kopf des einen giebt die Terrainhöhe an, und der zweite ragt über den Boden hervor, und wird mit einer fortlaufenden Nummer versehen. Man schlägt diese Pfähle, besonders an den Endpunkten der geraden Linien, tief genug ein, um sie gegen das Ausreißen zu sichern, und umgiebt sie in dem nicht bebauten Boden mit aufgeworfenen kleinen Gräben, welche das künftige Auffinden, wenn die numerirten Pfähle verloren seyn sollten, erleichtern.

Um jeden Fehler im Längenprofile zu vermeiden, wird es zweimal, nämlich vor- und rückwärts, nivellirt, und die kleinen Unterschiede der beiden Operationen halbirt. Die Höhen werden auf dem Nivellirstabe bis auf halbe Zolle abgelesen; eine größere Genauigkeit ist bei Straßennivellements nicht erforderlich.

Die Querprofile legt man nach dem Augenmaaße rechtwinklig auf die Straßenlinie, und sie werden auf die doppelte Breite der Straße mit Einschluß der Gräben ausgedehnt. Da hierbei nur einzelne, auf den Entwurf wenig Einfluß habende Detailfehler, die man bei dem Auftragen ohnehin meistens entdeckt, vorkommen können, so nimmt

man sie nur einmal auf, und lies't die Höhen nach ganzen Zollen ab.

Es erleichtert die folgenden Berechnungen, und giebt mehr Genauigkeit, wenn die verschiedenen Theilpunkte der Straße, also der Rand der Versteinung und des Fußwegs, als Punkte des Querprofils aufgenommen werden, in so fern es die Biegungen des Terrains erlauben.

Zur Anfertigung der Querprofile in sehr steilen Abhängen bedient man sich der 12′ langen Setzlatte mit Bleiwage. Bei flachern Abhängen gebraucht man die Kanalwage, wobei der Nivellirstab mit einer Einschiebelatte versehen seyn muß, damit man Höhenunterschiede bis zu 20′ nehmen könne. Sie werden mit der Kanalwage zu gleicher Zeit als das Längenprofil gemacht; man stellt deswegen bei größeren Entfernungen der Profile die Wage nicht in der Mitte, sondern näher bei dem Querprofile auf, welches man aufnehmen will. Sie werden in einen Handriß verzeichnet, worauf alle Mittelpunkte auf eine gerade Linie, und die Querprofile selbst senkrecht darauf zu liegen kommen (Fig. 69.).

Die Kontrolle über die Messung der Entfernung der Profile ergiebt sich bei dem Auftragen der letztern auf die Specialkarte, wobei die Längen der Profile und der Karte nach Umständen entweder einzeln oder summarisch übereinstimmen müssen.

§. 98. Während dieser Arbeit werden an jedem Profile Nachgrabungen zur Bestimmung der verschiedenen Erd- und Felsarten der Unterlage gemacht, und zwar so tief als die künftigen Straßengräben, also in der Regel 2 bis 3′, nur an Anhöhen und Abhängen werden sie tiefer. Um den Fall der Schichten zu beurtheilen, werden an jedem Profile zwei Löcher gemacht, wenn man nicht durchgehends ein sehr gleichmäßiges Fallen beobachtet.

§. 99. Zur Vermeidung aller Fehler in der Berechnung der Höhen des Längenprofils, welche die Unrichtig-

keit des ganzen Entwurfs nach sich zögen, setzt man während des Nivellements die Höhen und Profilentfernungen in folgende Tabelle, welche mit einem Beispiele ausgefüllt ist *).

Bezeichnung der Profile.	Entfernung der Profile.	Höhen				Differenzen				Höhe des Punktes unter dem angenommenen Horizonte.		Bemerkungen.
		Rückwärts.		Vorwärts.		+		−				
		′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	
1stes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	0	
2tes	8°0′	3	5½	7	9	4	3½	—	—	24	3½	
3tes	10°0′	2	8	8	10½	6	2½	—	—	30	6	
4tes	8°8′	4	11½	5	2½	—	3	—	—	30	9	
5tes	12°8′	5	4	2	6	—	—	2	10	27	11	
6tes	6°1′	6	9	5	2½	—	—	1	6½	26	4½	
7tes	4°0′	4	5½	8	8	4	2½	—	—	30	7	
		27	7½	38	2½	14	11½	4	4½			
						10′ 7″		10′ 7″		10′ 7″		

Die Kolumnen 3 und 4 enthalten die beobachteten Höhen, 5 und 6 die positiven und negativen Differenzen, je nachdem das Terrain fällt oder steigt. Wenn man jede dieser vier Kolumnen addirt, so muß die Differenz der 3ten und 4ten derselben der Differenz der 6ten und 5ten gleich seyn. Diese Gleichheit giebt die Kontrolle dafür, daß die Differenz bei den einzelnen Profilen richtig gerechnet, und keine in die unrechte Kolumne übertragen ist.

*) In den folgenden §§. habe ich durchgehends Duodecimalmaaße angenommen, nicht weil ich in den meisten Fällen die Decimalrechnung nicht für viel kürzer und zweckmäßiger halte, sondern weil jenes noch in einem großen Theile von Deutschland besteht, und die Berechnungen des Wegebaues, bei welchen die drei Faktoren in der Regel zwei ganze und nur eine Bruchzahl sind, dadurch nicht besonders beschwerlicher als mit Decimalen sind.

Wenn man nun zur Höhe des ersten Punktes unter dem angenommenen Horizonte, hier 20′ 0″, die Differenz des zweiten nach ihrem Zeichen addirt oder abzieht, hier 4′ 3½″ addirt, so erhält man die Höhe des zweiten Punktes, und so fort bis zum letzten; alsdann muß, wenn keine Rechenfehler begangen, und alle Differenzen nach ihren Zeichen richtig addirt oder abgezogen worden sind, die Differenz der Höhen der beiden Endpunkte gleich der Differenz der Kolumnen 3 und 4 seyn, so wie es in dem Beispiele wirklich statt findet. — Diese Proben müssen bei jeder Berechnung eines Nivellements gemacht werden, indem das doppelte Rechnen, welches man gewöhnlich vornimmt, keineswegs die Richtigkeit einer Rechnung verbürgt, und sie auch kürzer als dieses sind. — Die halben Zolle, welche man bei einigen Höhen gefunden hat, werden bei dem Auftragen weggelassen.

Die Höhe der verschiedenen Punkte eines Querprofils unter dem angenommenen Horizonte findet man, wenn man die Nivellementshöhe der Mitte von der bei dem Längenprofile gefundenen Höhe dieses Punktes abzieht, und die Differenz zu der Nivellementshöhe der übrigen Punkte addirt. So sey 3′ 5″ die Nivellementshöhe der Mitte am 2ten Profile (von Fig. 69.), 3′ 9″ und 5′ 8″ die Höhen zweier anderer Punkte dieses Profils, dann ist die Differenz gleich der berechneten Höhe 30′ 9″ des Mittelpunktes (s. vor. §.) — die Nivellementshöhe 3′ 4″ = 27′ 5″, und die Höhen der beiden Punkte = 3′ 9″ + 27′ 5″ = 31′ 2″, und 5′ 8″ + 27′ 5″ = 33′ 1″.

§. 100. Das Auftragen der Profile geschieht auf folgende Art: Auf dem obern Theile des Papiers wird die Horizontale, auf welche alle Höhen des Längenprofils berechnet sind, und die zum Auftragen desselben dient, auf dem untern Theile aber eine Parallele mit dieser Horizontalen gezogen, worauf alle Mittelpunkte der Querprofile, und die Querprofile selbst senkrecht auf die Parallelen zu

liegen kommen. Letztere werden entweder so gelegt, daß sie senkrecht unter den korrespondirenden Punkten des Längenprofils stehen, oder man trägt sie in gleicher Entfernung von einander auf.

Die erste Art ist übersichtlicher, weil man alles, was ein Profil betrifft, nahe beisammen hat, und daher bei Profilen ebener Gegenden, die ziemlich weit von einander entfernt sind, vorzuziehen. Sie muß auch angewendet werden, wenn die Erdarbeiten nach der §. 111. auseinandergesetzten genauen Methode berechnet werden sollen. Für Profile eines unebenen Terrains, die bald sehr nahe, bald weiter von einander liegen, müßte man aber einen zu großen Maaßstab für die Längen des Längenprofils anwenden, wenn man die korrespondirenden Profile unter einander bringen wollte, wodurch die Zeichnung übermäßig lang würde; in diesem Falle trägt man daher die Querprofile in gleicher Entfernung auf.

Im ersten Falle wird der Maaßstab für die Längen des Längenprofils so angenommen, daß danach die geringste vorkommende Entfernung zwischen zwei Profilen dem nöthigen Raum zur Zeichnung eines der Querprofile gleich ist. Man trägt nach diesem Maaßstabe alle Längen auf die Horizontale, und führt an den Theilpunkten die Senkrechten hinunter, welche oben die Vertikalen des Längenprofils, und unten die Horizontalen der Querprofile geben.

Im zweiten Falle wählt man den Maaßstab so, daß die ganze Länge des Längenprofils ungefähr der Länge gleich ist, welche die Querprofile auf dem Papiere einnehmen. Hier ist es also nöthig, die Lage der Querprofile zuerst zu bestimmen.

Da bei diesem alle Theile in der größten Deutlichkeit erscheinen müssen, so wählt man dazu einen Maaßstab von $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{200}$ der natürlichen Größe, welcher ebenfalls für die Höhen des Längenprofils angenommen wird. Der grö-

ßere Maaßstab gilt dann, wenn die Maaße nicht berechnet, sondern abgegriffen werden sollen (s. §. 107.).

Wenn alle Höhen eines Querprofils über 50′ sind, so werden bei dem Auftragen so vielmal 50′ abgezogen, als es bei der kleinsten Höhe geschehen kann. Man kann also mit wenig Ausnahmen 50′ als die Entfernung zweier Querprofile auf der Karte annehmen; wenn man daher die Parallele in Theile von 50′ Länge nach dem Maaßstabe der Querprofile theilt, so wird dadurch die Lage der Mitten der Querprofile bestimmt. Das Auftragen der Profile kann ich als bekannt voraussetzen, und bemerke nur, daß es zeitersparend ist, alle Unterabtheilungen der ganzen Arbeit mit einem Male zu machen, nämlich das Auftragen aller Längen des Längenprofils, und dann aller Querprofile, alle Höhen des Längenprofils und jener der Querprofile.

Der nämliche Grundsatz gilt für alle folgenden Arbeiten, und man wird bei Befolgung desselben finden, daß eine solche Ordnung beinahe ein Drittheil Zeit weniger erfordert, als wenn man für jedes einzelne Profil alle Unterabtheilungen auf einmal fertig machen wollte.

Der schwarz ausgezogene und beschriebene Theil der Fig. 71. stellt die Zeichnung der Profile von Fig. 69. vor. Das Uebrige dieser Figur bezieht sich auf später vorkommende Ausarbeitungen.

Ich habe den die Aufnahme betreffenden Theil etwas weitläufig behandelt, weil er in den Werken über Straßenbau als bekannt vorausgesetzt, in den Werken über praktische Geometrie aber nicht mit Beziehung auf den Straßenbau bearbeitet ist, und ich aus Erfahrung weiß, daß mancher angehende Baumeister bei Arbeiten dieser Art aus Mangel an Anweisung in Verlegenheit geräth.

§. 101. Aus der Zeichnung des Längenprofils des Terrains wird nunmehr das Längenprofil der Straße ermittelt.

Für Steigen wurde das Längenprofil der Straße auf dem Terrain selbst gesucht, und es können (nach §. 96.) später nur einige Korrektionen vorkommen; es wird also dem aufgenommenen Längenprofile des Terrains mit geringen Abänderungen folgen, welche darin bestehen, daß man die Gefälle gerade durchzieht. Zur Bestimmung der anzunehmenden Höhe der Mitte der Straße über dem Terrain führt die Betrachtung, daß der Abtrag dem Auftrage ungefähr gleich seyn muß. Man zeichnet also auf ein Profil, welches das Mittel zwischen der steilsten und flachsten Abdachung der Querprofile ist, das Querprofil der Straße so ein, daß die Mitte der letztern etwas über dem korrespondirenden Terrainpunkte liegt, berechnet dann nach der unten gegebenen Methode den Auf- und Abtrag, versucht, wenn beide nicht gleich werden, eine höhere oder niedrigere Lage des Straßenprofils so lange, bis die Bedingung der Gleichheit ungefähr erfüllt ist. Die so gefundene Höhe wird der Mitte der Straße über dem Terrain auf eine größere Länge gegeben, und dann, wenn sich ein merklicher Ueberschuß an Auf- oder Abtrag ergeben sollte, weiterhin wieder eine andere Höhe angenommen.

§. 102. In den Ebenen, welche nur unmerkliche Erhöhungen enthalten, ist das Längenprofil der Straße auch gegeben. Diese erhält die zu einer vollständigen Entwässerung nöthige Höhe, so daß die Mitte des Grundbetts der Versteinung 3 bis 6″ über dem Terrain, und $1\frac{1}{2}$ bis 2′ über der Grabensohle, auf sumpfigem Boden aber 2 bis 3′ darüber liegt. Diese Vorkehrung, die Straße hinlänglich hoch über den Sumpf zu legen, verbunden mit der Erbauung von Siekerkanälen (§. 95.) an quelligen Stellen, reicht immer hin, um feste Straßen über Sümpfe zu bauen. An den Anfahrten der Brücken und Kanäle wird sie hoch genug gelegt, um ihnen nur Gefälle von 1 bis 2″ auf die Ruthe zu geben.

Da hier auch der Auftrag dem Abtrage gleich seyn soll,

soll, so wird die Höhe der Straßenmitte danach berechnet. Wenn man sie kleiner als 3′ über dem Terrain findet, so wird diese mindeste Höhe durch Auftrag mittelst Vertiefung und Verbreitung der Gräben erreicht. Diese letztere Einrichtung ist überhaupt in der Ebene das einfachste Mittel, um sich die fehlende Erde zu verschaffen. Späterhin werden die Graben nur zur Tiefe und Breite, welche sie haben sollen, unterhalten, so daß sie sich nach und nach durch den eingeschütteten Abraum der Straße Staubwehungen und Verschlämmung zulegen.

Die Straßen in Ebenen haben gewöhnlich zu wenig Gefälle, als daß die Gräben das Wasser gehörig abführen könnten, wenn sie durchgehends gleiche Tiefe unter der Straße hätten. Man giebt ihnen dann ein stärkeres Gefälle nach den nächsten Wasserabzügen oder Thalwegen. Dieses Umkehren der Grabengefälle findet auch dann statt, wenn das Wasser nach einer Stelle hin abgeführt werden muß, von welcher aus die Straße fällt. Die Sohle der Gräben, welche kein mit der Straße paralleles Gefälle haben, zeichnet man blau in das Längenprofil.

§. **103.** Im wellenförmigen und hügeligen Terrain hat die Bestimmung des Längenprofils der Straße etwas mehr Schwierigkeiten. Wenn die Biegungen des Terrains lang sind, und darauf nur geringe Gefälle vorkommen, so läßt sich die Straße, wie in der Ebene, in gleicher Höhe über dem Boden legen. Dieses geschieht auch wohl, wenn das Steigen und Fallen auf kurze Strecken von 50 bis 80° wechselt, und die Gefälle das angenommene Maximum nicht erreichen, auf weniger wichtigen Straßen und Gemeindewegen, bei deren Anlage man die größern Kosten der Erdarbeiten vermeiden muß. Auf Handelsstraßen wäre eine solche Anlage, welche die Pferde durch den häufigen Wechsel in der Stärke des Zugs ermüdet, und also für eine gegebene Anzahl Pferde nur eine geringere Belastung erlaubt, unzweckmäßig; daher führt man die Straße entweder hori-

zontal, oder mit schwachem Steigen und Fallen durch, indem man die Höhen abträgt und die Tiefen ausfüllt (s. Fig. 30. in v. Sechmann's Straßenbau).

Solche Einschnitte dürfen aber nicht über 6′ tief und nicht länger als 40° werden, theils der Kosten wegen, theils auch, weil dadurch schwer austrocknende und leicht vom Schnee zugewehte Hohlwege entstehen. Um letztere bei steilerem Terrain zu vermeiden, verlegt man die Straße, so wie es schon (§. 47.) angegeben ist; auf minder wichtigen Straßen nimmt man auch wohl stärkere Gefälle bis zu 8″ auf die Ruthe an.

Ist es aber blos die Absicht, Erde zu gewinnen, so erreicht man diese, ohne zu tiefe Abträge zu machen, dadurch, daß man die äußeren Grabenböschungen sehr flach, nämlich 4- bis 6füßig, annimmt. Durch diese Einrichtung wird zugleich der Hohlweg mehr dem freien Luftzuge ausgesetzt, und die Gefahr der Schneewehungen vermindert.

Manche Baumeister finden eine Schönheit darin, den Straßen im Hügellande gleiche Gefälle von großer Länge zu geben, die manchmal mehrere Fuß Höhe, Aufträge auf mehr als 100° Länge, und eben so lange Hohlwege erfordern. Es ist sehr zweifelhaft, ob solche Straßen besonders schön aussehen, aber gewiß, daß die Erdarbeiten 3 bis 4 mal mehr kosten, als wenn man mit unmerklich abwechselnden Gefällen mehr dem Terrain gefolgt wäre. Die Straße wird sich ohne solche unnöthige Arbeiten gut ausnehmen, wenn man sie so legt, daß die Gefälle

1) nur mit den geraden Straßenlinien wechseln,
2) in einer geraden Straßenlinie nur nach und nach zunehmen,
3) wenn man möglichst vermeidet, in einer geraden Linie die Gefälle, nachdem sie abgenommen, wieder zu- und dann wieder abnehmen zu lassen.

Zur Bestimmung des Längenprofils der Straßen im Hügellande betrachtet man zu gleicher Zeit einen Theil des

Längenprofils des Terrains von 150 bis 200°, und zieht darauf nach den vorstehenden Bedingungen diejenigen Gefälle, welche mit Rücksicht auf die Gleichheit des Auf- und Abtrags, durch möglichst geringe Erdarbeiten und schwache Gefälle die zweckmäßigsten scheinen.

Augenmaaß und erlangte Uebung geben die Lage der Gefälle an, welche die zwei letzteren Bedingungen ungefähr erfüllen. Man berechnet nun nach der unten gegebenen Methode die Erdarbeiten nach den angenommenen Gefällen des Längenprofils der Straße, verändert letzteres, wenn der Auftrag dem Abtrage nicht ungefähr gleich seyn sollte, und berechnet von neuem die Erdarbeiten. Der zweite Versuch reicht gewöhnlich schon hin, um das Längenprofil festzulegen.

Diese genaue Prüfung der Gefälle ist eine der wichtigsten Arbeiten des ganzen Projekts. Ohne sie wird der Baufond, wie ganz neue Beispiele zeigen, an unnöthigen Erdarbeiten verschwendet, die hohe Dämme und tiefe Hohlwege bilden.

§. 104. Hinsichtlich der Bestimmung, daß der Auf- und Abtrag ungefähr gleich seyn soll, ist zu bemerken, daß die Erde, welche man an einer Stelle von gegebener Grundfläche abträgt, und an einer andern von gleicher Grundfläche lose aufschüttet, an letzterer $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ mehr Höhe als im Abtrage, und daß, wenn man auch die gewöhnlichen Mittel, um sie im Auftrage zusammen zu drücken, anwendet, sie doch immer dort noch $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{8}$ mehr Höhe haben wird. Nach einer starken Winterfeuchtigkeit schwindet sie jedoch noch mehr, so daß man annehmen kann, daß nach einem Jahre die Erde im Auftrage nur noch 50 p. C. Kubikinhalt mehr hat als im Abtrage. Es erfordert hingegen eine Reihe von Jahren, bis sie im Auftrage so dicht wie sogenannter gewachsener Boden wird.

Man wird daher wenig fehlen, wenn man den Auf-

und Abtrag so einrichtet, daß dieser 5 bis 7 p. C. kleiner als jener ist.

Bei der Projektirung der Dämme, welche über Sümpfe führen sollen, darf auch der Auftrag nicht nach seinem Kubikinhalte gerechnet werden, sondern es ist noch die Quantität Erde zuzusetzen, welche muthmaßlich nachsinken wird. Diese richtet sich nach dem mehr oder weniger dichten Zustande des Sumpfes, und kann von $\frac{1}{4}$ bis zur ganzen Dammmasse betragen.

Es giebt auch Umstände, unter denen von einer Gleichheit des Auf- und Abtrags ohnehin die Rede nicht seyn kann, wenn z. B. ein Theil der Straße, tiefer oder sumpfiger Lage oder der Gefahr wegen, daß sie vom Schnee verweht werde, über das Terrain gelegt werden muß, oder wenn, wie bei manchen Thalstraßen, die Richtung und Höhe der Straße gegeben ist, und sich also der Kubikinhalt des Auf- und Abtrags von selbst ergiebt. Dann muß die fehlende Erde außer dem Straßenplanum genommen werden.

§. 105. Wenn die Gefälle nicht ungefähr gleichmäßig ab- oder zunehmen, in welchem Falle sie mit jedem Profile wechseln können, wird das Längenprofil der Straße durch mehrere Nummern des Längenprofils des Terrains gerade gezogen, indem die Höhe der Straße an den Endpunkten (nach) den Bestimmungen der §§. 101 bis 103.) angenommen wird. An den dazwischen liegenden Punkten berechnet man die Höhe auf folgende Art: Aus der Höhe der Endpunkte über oder unter dem Terrain wird deren Höhe unter der angenommenen horizontalen Ebene, daraus der Fall zwischen den Endpunkten und das Gefälle auf der Ruthe, dann, vom höchsten Punkte anfangend, die Höhe der Straße an jedem Profile unter dem Horizonte, und endlich ihre Höhe über oder unter dem Terrain berechnet.

Als Beispiel sey diese Berechnung zwischen den Pro-

filen Nr. 4 und 13. der Figur 70. auszuführen, in welcher der Wechsel der Gefälle durch Andreaskreuze, der Wechsel der geraden Straßenlinien am 4ten und 20sten Profile aber durch lateinische Kreuze angegeben ist.

Am 4ten Profile liegt die Straße um 0′ 6″ unter dem Terrain, ihre Höhe unter dem Horizonte ist also 12′ 0″ + 0′ 6″ = 12′ 6″. Am 13ten Profile liegt sie 10′ 0″ darüber, die Höhe ist mithin 50′ 2″ — 10′ 0″ = 40′ 2″; der ganze Fall der Straße ist von 40′ 2″ — 12′ 6″ = 27′ 8″ auf eine Länge von 12° 0′ + 17° 4′ + 10° 8′ ꝛc. = 89° 8′ = 89°,67, also auf die Ruthe

$$\frac{27' 8''}{89°,67} = \frac{332''}{89,67} = 3'',72.$$

Den Fall von einem Profile zum nächsten findet man, wenn man ihre Entfernung mit 3″,72 multiplicirt, und die Höhe jedes Punktes, wenn man den gefundenen Fall zur Höhe des vorigen Punktes, vom höchsten anfangend, addirt.

So ist die

Höhe von Nr. 4.		12′ —	6″
Fall nach Nr. 5. = 12 . 3″,72	=	3 —	8,64
Höhe von Nr. 5.		16 —	2,64
Fall nach Nr. 6. = 17⅓ . 3″,72	=	5 —	4,48
Höhe von Nr. 6.		21 —	7,12
Höhe von Nr. 12.		38 —	10,54
Fall nach Nr. 13. = 4⅓ . 3″,72	=	1 —	4,12
Höhe von Nr. 13.		40 —	2,66.

Als Probe der Rechnung muß die berechnete Höhe von Nr. 13. mit der gegebenen übereinstimmen, was auch hier bis auf einen kleinen Unterschied statt findet, welcher von der nicht ganz genauen Bestimmung von 89°,67 und 3″,72 herrührt.

Diese Höhen werden von den korrespondirenden Terrainhöhen abgezogen, und dadurch die Höhe des Auf- oder Abtrags bestimmt. Letztere Zahlen schreibt man, so

wie alle folgenden, das Projekt betreffenden, mit Karmin roth ein. Der Auftrag wird roth, der Abtrag aber gelb angelegt.

Es ist angenommen, daß das Terrain von Nr. 26. nach 22. fällt, während die Straße nach dieser Richtung steigt. Die Straßengräben erhalten daher (nach §. 102.) ein entgegengesetztes Gefälle, nämlich von Nr. 26. nach 22.

§. 106. Um die Straße in die Querprofile einzuzeichnen, werden die berechneten Höhen der Straßenmitte über oder unter das Terrain der Mitte der Querprofile getragen, so z. B. die Höhe 3′ 4″ von Nr. 1. des Längenprofils (Fig. 71.) unter die Terrainhöhe der Mitte des Querprofils Nr. 1., und die Straße nach dem angenommenen Profile in alle Querprofile eingezeichnet. Dieses Einzeichnen geht rascher mittelst eines besondern Blättchens, worauf man das Straßenprofil zeichnet, und durch dessen Mitte die Horizontal- und Vertikallinie zieht. Letztere Linien werden auch durch den Straßenpunkt auf jedem Querprofile gezogen, das Blättchen so darauf gelegt, daß sich die Verlängerungen dieser Linien genau decken, und alle Punkte des Querprofils der Straße durchstochen.

Um alle besondern Konstruktionen zu umgehen, sind auf dem Blättchen nicht allein Straßengräben, sondern auch Dammböschungen und, wo Felsen vorkommen, die äußeren Felsenböschungen eingezeichnet, und es wird nach Umständen die eine oder die andere Figur durchstochen.

§. 107. Es giebt zwei Arten, die Höhe des Auf- und Abtrags auf den Querprofilen zu bestimmen, die ganz genaue, sie zu berechnen, und die kürzere, sie auf der Zeichnung abzugreifen. Zur Anwendung der ersten berechnet man die Höhe unter dem angenommenen Horizonte jedes Punktes des Straßenquerprofils ebenso wie für das Querprofil des Terrains, und zieht die Straßenhöhe von der korrespondirenden Terrainhöhe ab. Die zweite Art ist einfacher, erfordert aber, um die Höhen auf einzelne Zolle abschätzen zu können, daß

die Querprofile in einem Maaßstabe von $\frac{1}{100}$ aufgetragen und sehr fein ausgezogen sind.

Auch die Lage der Durchschnittspunkte des Straßen- und Terrainprofils (wie zwischen den Höhen 27′ 1″ und 30′ 6″ des Querprofils Nr. 5. in Fig. 71.) kann man entweder berechnen oder abgreifen.

Um ihre Lage zu berechnen, bemerkt man, daß in Fig. 72. die ähnlichen Dreiecke abf, cdf, und die durch Parallelen geschnittenen Linien bc und gi die Proportion geben:

ab : cd = bf : cf = gh : hi, also

ab : cd = gh : hi, hieraus

ab + cd : cd = gh + hi oder gi : hi, mithin

$$hi = \frac{cd \times gi}{ab + cd}.$$

Im oben angeführten Beispiele ist ab = 10″, cd = 2′ 0″ = 24″, gi = 6′, also $hi = \frac{24 \times 6'}{10 + 24} = 4' 3''$ und gh = 6′ — 4′ 3″ = 1′ 9″.

Da man bei diesen Längen aber die einzelnen Zolle vernachlässigt, und nur Viertelfuße anschreibt, so giebt das Abgreifen ungefähr die nämliche Genauigkeit.

§. 108. Es ist schon §. 97. bemerkt worden, daß die Profile nahe genug zu nehmen sind, um jeden Wechsel des Terrains zu bezeichnen, und man kann daher mit hinlänglicher Genauigkeit annehmen, daß die Längen- und Querprofile aus einer Reihe von geraden Linien bestehen, und daß jede gerade Linie, welche durch zwei von der Mittellinie gleich weit entfernte Punkte zweier auf einander folgender Querprofile geht, in dieser ganzen Länge auf der Fläche des Terrains liegt. Das Nämliche gilt von der Straßenfläche, nur mit dem Unterschiede, daß bei den Querprofilen des Terrains die korrespondirenden geraden Linien unter sich nicht parallel sind, und daher die sie verbindenden geraden Linien eine krumme Fläche bilden. Bei den

einzelnen Flächen, welche durch die parallelen Linien der Querprofile der Straße gehen, aber Ebenen sind. Der Durchschnitt der krummen Fläche des Terrains mit den Ebenen der Straßenlinie giebt in der Regel krumme Linien, welche aber so wenig gebogen sind, daß man sie als gerade annimmt *).

§. 109. Da die Durchschnitte als gerade Linien angesehen werden, so hat man nur ihre Endpunkte zu bestimmen, und hierzu wendet man die Proportion des §. 107. an. Es ist z. B. an der obern Hälfte der Fahrbahn zwischen dem 4ten und 5ten Profile von Fig. 71. ab $= 1' 2'' = 14''$, cd $= 3' 0'' = 36''$, gi $= 152'$, also hi $= \frac{36'' \times 152'}{14'' + 36''} = 101'$, und gh $= \frac{14'' \cdot 152}{14'' + 36''} = 43'$. Da man hi, um Rechnungsfehler zu vermeiden, zweimal rechnen müßte, wenn man gh durch Subtraktion suchen wollte, so berechnet man lieber beide, weil sich durch ihre Summe eine Probe ergiebt.

Für jeden Theil der Straßenbreite und des Terrains, an welchem die geraden Linien wechseln, werden die Durchschnittspunkte auf die nämliche Art bestimmt, wodurch die Durchschnittslinien (wie in Fig. 71.) entstehen. — Ganz kleine Figuren, wie bei der Höhe $27' 5''$ am 4ten Profile, werden, wenn sie gleich Durchschnittslinien geben, weggelassen, weil sie ohne Einfluß auf das Ganze sind.

§. 110. Der Kubikinhalt derjenigen Theile, welche ganz im Auf- oder Abtrage liegen, und zwischen zwei Parallelen mit der Axe begriffen sind, ist gleich der halben Summe der dazu gehörenden Querprofile, multiplicirt mit der Entfernung der Profile **). Der Erdkörper über dem Dreiecke, welches von der äußern schiefen Böschungslinie gebildet wird, ist, als Pyramide betrachtet, gleich dem Drit-

---

*) S. §. 22. des Anhangs.

**) S. §. 23. des Anhangs.

theile der Basis, mit der Länge multiplicirt, oder dem sechsten Theile des Produktes der drei Dimensionen.

Es sey der ganze Abtrag zwischen der schiefen Böschungslinie und dem Rande des obern Fußwegs zwischen dem 4ten und 5ten Profile zu berechnen:

		Quadratfuß	Kubikfuß.
Pyramide der äußern Böschung	$\frac{1}{6} \cdot 3\frac{1}{2} \cdot 3\frac{7}{12} \cdot 152$	—	318
Uebriger Abtrag.			
Flächeninhalt am 4ten Prof.	$1 \cdot 1\frac{1}{6}$	$1\frac{1}{4}$	
	$1\frac{1}{2}$ $(1\frac{1}{6} + 1\frac{1}{6} = 2\frac{1}{3})$	$3\frac{1}{2}$	
	$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{6}$	$1\frac{3}{4}$	
	Summe	$6\frac{1}{2}$	
Hiervon die Hälfte als Flächeninhalt	. . . . .	$3\frac{1}{4}$	
Flächeninhalt am 5ten Prof.	1 $(3\frac{7}{12} + 4 = 7\frac{7}{12})$	$7\frac{1}{2}$	
	$1\frac{1}{2}$ $(4 + 3\frac{5}{6} = 7\frac{5}{6})$	$11\frac{3}{4}$	
	2 $(3\frac{5}{6} + 2\frac{1}{2} = 6\frac{1}{3})$	$12\frac{3}{4}$	
	Summe	32	
Hiervon die Hälfte als Flächeninhalt	. . . . .	16	
Hierzu der Inhalt am 5ten Profile	. . . . .	$3\frac{1}{4}$	
	Summe	$19\frac{1}{4}$	
	die Hälfte . . .	$9\frac{5}{8}$	
	mit der Länge . .	152′	1464
	Summe	—	1777

Diejenigen Theile, welche zugleich Auf- und Abtrag enthalten, bilden zwei Körper in der Gestalt eines abgestumpften viereckigen Prisma's (wie Fig. 73.), dessen Kubikinhalt nach den in der Figur angenommenen Bezeichnungen der Seiten gleich ist

$$\frac{1}{12} p \,[m\,(2a + d) + n\,(a + 2d)]\ *).$$

*) S. §. 23. des Anhangs.

Der Auftrag an der obern Hälfte der Fahrbahn zwischen dem 4ten und 5ten Profile ist also

$$123\ (2\,.\,3\tfrac{7}{12} + 1\tfrac{1}{6} = 8\tfrac{1}{3})\ 1025\ \square'$$
$$+\ 43\ (3\tfrac{7}{12} + 2\,.\,1\tfrac{1}{6} = 5\tfrac{1}{12})\ 254$$
$$\text{Summe}\ 1279$$
$$\text{mit}\ \tfrac{1}{12}\,.\,10' \quad \tfrac{5}{6}'$$

} 1066 Kubikfuß.

§. 111. Die Erdarbeiten werden nunmehr nach den obigen Regeln berechnet und in folgende Tabelle gebracht, worin die drei ersten Profile der Figur 71. berechnet sind.

Bezeichnung der Profile und ihrer einzelnen Theile.	Faktoren. Fuß.	Produkte. Qfuß.	Kubikinhalt des Abtrags. Kfuß.	Kubikinhalt des Auftrags. Kfuß.
Vom 1sten zum 2ten Profile				
1) Abtrag.				
a. Ganzer Abtrag.				
Pyramide der äußern Böschung . . .	$\frac{1}{6} \cdot 3\frac{1}{2} \cdot 3\frac{1}{2} \cdot 96'$	. . .	196	
Von da zum Rande des untern Fußwegs				
Flächeninhalt am 1sten Profile	$1\frac{1}{2}$ $(3\frac{1}{2} + 5\frac{1}{3} = 8\frac{5}{6})$ . .	$13\frac{1}{4}$		
	$1\frac{1}{2}$ $(5\frac{1}{3} + 5\frac{5}{12} = 10\frac{3}{4})$ . .	16		
	2 $(5\frac{5}{12} + 4\frac{1}{6} = 9\frac{7}{12})$ . .	$19\frac{1}{4}$		
	6 $(4\frac{1}{6} + 3\frac{2}{3} = 7\frac{5}{6})$ . .	47		
	10 $(4\frac{1}{2} + 3\frac{1}{3} = 7\frac{5}{6})$ . .	$78\frac{1}{4}$		
	10 $(3\frac{1}{3} + 3\frac{1}{12} = 7\frac{1}{4})$ . .	$72\frac{1}{2}$		
	Summe .	$246\frac{1}{4}$		
	Hiervon die Hälfte . .	$123\frac{1}{8}$		
Flächeninhalt am 2ten Profile	$1\frac{1}{2} \cdot 1\frac{1}{12}$	3		
	$1\frac{1}{2}$ $(1\frac{1}{12} + 2 = 3\frac{1}{12})$ . . .	6		
	2 $(2 + \frac{3}{4} = 2\frac{3}{4})$ . . .	$5\frac{1}{2}$		
	6 $(\frac{3}{4} + \frac{1}{3} = 1\frac{1}{12})$ . . .	$6\frac{1}{2}$		
	10 $(1\frac{1}{6} + \frac{1}{6} = 1\frac{1}{3})$ . . .	$13\frac{1}{4}$		
	10 $(\frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1}{2})$ . . .	5		
	Summe .	$39\frac{1}{4}$		
	Zu übertragen . .		196	

Bezeichnung der Profile und ihrer einzelnen Theile.	Faktoren. Fuß.	Produkte. Qfuß.	Kubikinhalt des Abtrags. Kfuß.	Kubikinhalt des Auftrags. Kfuß.
Uebertrag .	. . . . .	. . .	196	
	Hiervon die Hälfte . .	$19\frac{5}{8}$		
Hierzu vom 1sten Profile	. . . . .	$123\frac{1}{8}$		
	Summe .	$142\frac{3}{4}$		
	Die Hälfte	$71\frac{3}{8}$	} 6852	
	mit der Länge	96′		
b. Durchschnitte, nach der Formel $\frac{1}{12}$ p [m (2a + d) + n (a + 2d)]				
Fußweg	61 $(2 \cdot 3\frac{3}{4} + 3\frac{1}{12} = 10\frac{7}{12})$	646		
	+ 83 $(3\frac{3}{4} + 2 \cdot 3\frac{1}{12} = 9\frac{11}{12})$	823		
	Summe .	1469	} 734	
	mit $\frac{1}{12}$. b′	$\frac{1}{2}$		
Innere Grabenböschung	75 $(2 \cdot 4\frac{1}{2} + 3\frac{3}{4} = 12\frac{3}{4})$	956		
	+ 61 $(4\frac{1}{2} + 2 \cdot 3\frac{3}{4} = 12\ )$	732		
	Summe .	1688	} 281	
	mit $\frac{1}{12}$. 2′	$\frac{1}{6}$		
Grabensohle	89 $(2 \cdot 4′ + 4\frac{1}{4} = 12\frac{1}{2})$	1112		
	+ 75 $(4′ + 2 \cdot 4\frac{1}{2} = 13\ )$	975		
	Summe .	2087	} 261	
	mit $\frac{1}{12}$. $1\frac{1}{2}$′	$\frac{1}{8}$		
Pyramide der äußern Böschung . . .	$\frac{1}{6} \cdot 3\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 89$	. . .	207	

2) Auftrag.				
a. Ganzer	. . . . .	. . .	. . .	0
b. Durchschnitte.				
Unterer Fußweg am 2ten Profile . .	$35\ (2 \cdot 2\frac{1}{6} + \frac{1}{2} = 4\frac{5}{6})$ . .	169		
. . . . .	$+ 13\ (2\frac{1}{6} + 2 \cdot \frac{1}{2} = 3\frac{1}{6})$ . .	41		
	Summe .	210	. .	105
	mit $\frac{1}{1\,2} \cdot 6$	$\frac{1}{2}$		
Pyramide der äußeren Böschung . . .	$\frac{1}{6} \cdot 4\frac{1}{2} \cdot 2\frac{1}{6} \cdot 21$	. . .	. . .	34
Summe .	. . . . .	. . .	8531	139
Vom 2ten zum 3ten Profile				
1) Abtrag.				
a. Ganzer	. . . . .	. . .	0	
b. Durchschnitte.				
Pyramide der äußeren Grabenböschung am 2ten Profile	$\frac{1}{6} \cdot 1\frac{1}{2} \cdot 1\frac{1}{1\,2} \cdot 120$	. . .	58	
Grabensohle	$69\ (2 \cdot 2 + 1\frac{1}{1\,2} = 5\frac{1}{1\,2})$.	408		
	$+ 120\ (2 + 2 \cdot 1\frac{1}{1\,2} = 5\frac{5}{6})$.	700		
	Summe .	1108	138	
	mit $\frac{1}{1\,2} \cdot 1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$		
Innere Grabenböschung	$21\ (2 \cdot \frac{3}{4} + 2 = 3\frac{1}{2})$ . .	73		
	$+ 69\ (\frac{3}{4} + 2 \cdot 2 = 4\frac{3}{4})$ . .	328		
	Summe .	401	67	
	mit $\frac{1}{1\,2} \cdot 2$	$\frac{1}{6}$		
Fußweg	$9\ (2 \cdot \frac{1}{3} + \frac{3}{4} = 1\frac{5}{1\,2})$ . .	13		
	$+ 21\ (\frac{1}{3} + 2 \cdot \frac{3}{4} = 1\frac{5}{6})$ . .	38		
	Summe .	51	25	
	mit $\frac{1}{1\,2} \cdot 6$	$\frac{1}{2}$		
	Zu übertragen .		288	

Bezeichnung der Profile und ihrer einzelnen Theile.	Faktoren. Fuß.	Produkte. Qfuß.	Kubikinhalt des Abtrags. Kfuß.	Kubikinhalt des Auftrags. Kfuß.
Uebertrag .	. . . . .	. . .	288	
Obere Hälfte der Fahrbahn	$4\ (2 \cdot \frac{1}{6} + 1\frac{1}{6} = 1\frac{1}{2})$ . .	6		
	$+ 31\ (\frac{1}{6} + 2 \cdot 1\frac{1}{6} = 2\frac{1}{2})$ . .	77		
	Summe .	83	} 69	
	mit $\frac{1}{1\,2}$. 10	$\frac{5}{6}$		
Untere Hälfte der Fahrbahn	$8\ (2 \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{5}{6})$ . . .	7		
	$+ 4\ (\frac{1}{3} + 2 \cdot \frac{1}{6} = \frac{2}{3})$ . . .	3		
	Summe .	10	} 8	
	mit $\frac{1}{1\,2}$. 10	$\frac{5}{6}$		
2) Auftrag.				
a. Durchschnitte.				
Pyramide der oberen Dammböschung am 3ten Profile	$\frac{1}{6} \cdot 3\frac{1}{2} \cdot 3\frac{1}{6} \cdot 87$	. . .	. . .	161
Fußweg	$111\ (2 \cdot 4\frac{1}{4} + 3\frac{1}{6} = 11\frac{2}{3})$.	1295		
	$+ 87\ (4\frac{1}{4} + 2 \cdot 3\frac{1}{6} = 10\,\frac{7}{1\,2})$	921		
	Summe .	2216	} . .	1108
	mit $\frac{1}{1\,2}$. 6′	$\frac{1}{2}$		
Obere Hälfte der Fahrbahn	$116\ (2 \cdot 4\frac{5}{6} + 3\frac{5}{1\,2} = 13\frac{1}{1\,2})$	1518		
	$+ 89\ (4\frac{5}{6} + 2 \cdot 3\frac{5}{1\,2} = 11\frac{2}{3})$	1038		
	Summe .	2556	} . .	2130
	mit $\frac{1}{1\,2}$. 10	$\frac{5}{6}$		

Untere Hälfte der Fahrbahn	$112\ (2 \cdot 4\frac{1}{2} + 4\frac{5}{6} = 13\frac{5}{6})$	1549			
	$+\ 116\ (4\frac{1}{2} + 2 \cdot 4\frac{5}{6} = 14\frac{1}{6})$	1643			
	Summe .	3192	}	. .	2660
	mit $\frac{1}{12} \cdot 10$	$\frac{5}{6}$			
b. Ganzer Auftrag.					
Flächeninhalt am 2ten Profile	$6\ (\frac{1}{2} + 2\frac{1}{6} = 2\frac{2}{3})$	16			
	$4\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{6}$	$9\frac{3}{4}$			
	Summe .	$25\frac{3}{4}$			
	Hiervon die Hälfte . .	$12\frac{7}{8}$			
Flächeninhalt am 3ten Profile	$4\ (5\frac{1}{3} + 5\frac{1}{6} = 10\frac{1}{2})$ . . .	42			
	$2\ (5\frac{1}{6} + 4\frac{1}{4} = 9\frac{5}{12})$ . . .	$18\frac{3}{4}$			
	$4 \times 4\frac{1}{4}$	17			
	Summe .	$77\frac{3}{4}$			
	Hiervon die Hälfte . .	$38\frac{7}{8}$			
Hierzu vom 2ten Profile	. . . . .	$12\frac{7}{8}$			
	Summe .	$51\frac{3}{4}$			
	Die Hälfte	$25\frac{7}{8}$	}	. .	3105
	mit der Länge	120′			
Summe .	. . . . .	. . .		365	9164

Es ist nicht in Abrede zu stellen, daß die vorstehende Bestimmung durch Rechnen aller Höhen des Auf- und Abtrags und der verschiedenen Durchschnittslinien und die fernere Berechnung der Körper, welche theils im Auf- und theils im Abtrage liegen, viele Zeit erfordert, die sich nicht merklich vermindert, wenn man auch einen Theil der Maaße durch Abgreifen sucht. Ich habe sie dennoch aufgeführt, weil sie unter allen in Werken über den Straßenbau angegebenen Methoden die genaueste ist, die Berechnung mancher Figuren nach der Formel des Auf- und Abtrags, wie man im folgenden §. sehen wird, unerläßlich, und weil endlich dieses Verfahren in Frankreich, wo man am meisten auf die formelle Genauigkeit der Anschläge hält, bis jetzt allgemein angewendet worden ist.

Dort berechnet man sogar jeden einzelnen Theil eines ganz im Auf- oder Abtrage liegenden Körpers nach einer ziemlich weitläufigen Formel *), obschon man diesen, wenn man die eben so genaue Formel des vorigen §. gebraucht, mit einemmale berechnen kann.

§. 112. Die Berechnung der Körper, welche zugleich Auf- und Abtrag enthalten, läßt sich näherungsweise kürzer machen, wenn man nicht auf jeder Parallele der Querprofile (wie §. 107.) die Längen der Durchschnittspunkte, sondern für jeden Theil, z. B. den Fußweg oder die halbe Fahrbahn, die Durchschnittslänge des Auf- und Abtrags mit einemmale durch folgende Proportion sucht:

Für den Abtrag:

Die Summe der Flächeninhalte des Auf- und Abtrags an beiden Profilen verhält sich zum Flächeninhalte des Abtrags, wie die Entfernung der beiden Profile zur Durchschnittslänge des Abtrags,

oder in Fig. 75,

---

*) die Formel (59) §. 23. des Anhangs.

efgh + iklm : efgh = A : Durchschnittslänge des Ab-
trags,

und für den Auftrag:

efgh + iklm : iklm = A : Durchschnittslänge des Auf-
trags,

wo die Summe der beiden Längen = A seyn muß, und dann, um den Kubikinhalt des Abtrags zu haben, efgh mit der Hälfte der Durchschnittslänge des Abtrags multiplicirt wird.

Die Resultate stimmen genau mit der Formel des §. 110, wenn die Höhen a : d = b : c, sonst sind sie in der Regel verschieden; die Unterschiede betragen aber meistens nicht über 3 bis 10%. Nur dann werden sie größer, wenn eine Höhe sehr klein oder sehr groß im Verhältnisse zu den übrigen ist, und gehen manchmal bis zu 50% *).

Der Kubikinhalt der Theile, welche aus Durchschnitten bestehen, ist gewöhnlich im Verhältnisse zum ganzen Auf- und Abtrage nicht groß, wie dieses die folgende Tabelle ergiebt, welche ich aus mehreren Projekten gezogen habe.

---

*) S. §. 24 und 25. des Anhangs.

Bezeichnung der Straßen.	Länge der Strekken.	Kubikinhalt des Abtrags		Verhältniß in Prozenten.	Kubikinhalt des Auftrags		Verhältniß in Prozenten.	Bemerkungen.
		der ganzen Strecke.	der Durchschnitte.		der ganzen Strecke.	der Durchschnitte.		
	Ruthen	Sch. Rth.	Sch. Rth.		Sch. Rth.	Sch. Rth.		
Thalstraßen mit einem ziemlich ebenen Längenprofil des Terrains . . .	1462	12685	821½	7	9084¼	1235½	13	Hier waren sowohl Richtung als Höhe der Straße gegeben, daher der große Unterschied des Auf- und Abtrags.
Desgl. mit sehr unebenem Längenprofil des Terrains	1552	9767	1727¼	18	15296½	2392	16	
Hochstraßen mit ziemlich unebenem Längenprofile des Terrains . . .	1630	4062¾	599	15	4495¾	652½	15	Die Straße mußte, um sie gegen Schneewehungen zu sichern, größtentheils über das Terrain gelegt werden, daher der Auftrag ungefähr 10 p. C. mehr als der Abtrag enthält.
Steigen	617	2740¼	359½	13	2759	647¾	23	
Im Durchschnitte	—	29255	3507¼	12	31635½	4927¾	16	

Bezeichnung der Profile und einzelnen Theile.	Faktoren.	Produkte. Quadratfuß.	Kubikinhalt des Abtrags. Kfuß.	Kubikinhalt des Auftrags. Kfuß.	Bemerkungen.
Vom 1sten zum 2ten Profile.					
Flächeninhalt des 1sten Profils.					
1) Abtrag. Von oben an Nr. 1.	$3\frac{1}{2} \cdot 3\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{4}$ [$12\frac{1}{4}$			
2.	$1\frac{1}{2}$ $(3\frac{1}{2} + 5\frac{1}{3} = 8\frac{5}{6})$	$246\frac{1}{4}$ { $13\frac{1}{4}$			
3.	$1\frac{1}{2}$ $(5\frac{1}{3} + 5\frac{5}{12} = 10\frac{3}{4})$	16			
4.	2 $(5\frac{5}{12} + 4\frac{1}{6} = 9\frac{7}{12})$	$19\frac{1}{4}$			
5.	6 $(4\frac{1}{6} + 3\frac{2}{3} = 7\frac{5}{6})$	47			
6.	10 $(4\frac{1}{2} + 3\frac{1}{3} = 7\frac{5}{6})$	$78\frac{1}{4}$			
7.	10 $(3\frac{1}{3} + 3\frac{1}{12} = 7\frac{1}{4})$	$72\frac{1}{2}$			
8.	6 $(3\frac{1}{12} + 3\frac{3}{4} = 6\frac{5}{6})$	$70\frac{1}{4}$ { 41			
9.	2 $(3\frac{3}{4} + 4\frac{1}{2} = 8\frac{1}{4})$	$16\frac{1}{2}$			
10.	$1\frac{1}{2}$ $(4\frac{1}{2} + 4 = 8\frac{1}{2})$	$12\frac{3}{4}$			
11.	$3\frac{1}{2} \cdot 4$	14 [14			
	Summe .	$342\frac{3}{4}$			
2) Auftrag		0			
Flächeninhalt des 2ten Profils.					
1) Abtrag. Nr. 1.	$1\frac{1}{2} \cdot 1\frac{1}{12}$	3)			
2.	$1\frac{1}{2}$ $(1\frac{1}{12} + 2 = 3\frac{1}{12})$.	6 } $14\frac{1}{2}$			
3.	2 $(2 + \frac{3}{4} = 2\frac{3}{4})$.	$5\frac{1}{2}$)			
4.	6 $(\frac{3}{4} + \frac{1}{3} = 1\frac{1}{12})$.	$6\frac{1}{2}$)			
5.	10 $(1\frac{1}{6} + \frac{1}{6} = 1\frac{1}{3})$.	$13\frac{1}{4}$ } $24\frac{3}{4}$			
6.	10 $(\frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1}{2})$ . .	5)			
	Summe .	$39\frac{1}{4}$			
2) Auftrag . . . . . 7.	6 $(\frac{1}{2} + 2\frac{1}{6} = 2\frac{2}{3})$ . .	16			
8.	$4\frac{1}{2} \cdot 2\frac{1}{6}$	$9\frac{3}{4}$			
	Summe .	$25\frac{3}{4}$			
Hieraus:					
1) Ganzer Abtrag.					
Pyramide am äußeren Theile der obern Böschung.					
	Produkt nach Nr. 1. des 1sten Profils	$12\frac{1}{4}$)			
	mit $\frac{1}{6}$ der Länge = 96 .	16 }	196		Der Inhalt ist gleich der Basis, multiplicirt mit dem Drittheil der Höhe, also dem Produkte, mit dem Sechstheile der Höhe.
Uebriger Abtrag.					
am 1sten Profile von Nr. 2 bis 7. . .	. . . . .	$246\frac{1}{4}$			
2ten — das Ganze	. . . . .	$39\frac{1}{4}$			
		$285\frac{1}{2}$)			
	mit $\frac{1}{4}$ der Länge . . .	24 }	6852		Aus einem ähnlichen Grunde wird mit $\frac{1}{4}$ der Länge multiplicirt.
Pyramide am äußeren Theile der untern Böschung.					
	Produkt nach Nr. 11. des 1sten Profils	14)			
	mit $\frac{1}{6}$ der Länge . . .	16 }	224		
	Zu übertragen .	. . . . .	7272	—	

Bezeichnung der Profile und einzelnen Theile	Faktoren.	Produkte. Quadratfuß.	Kubikinhalt des Abtrags. Kfuß.	Kubikinhalt des Auftrags. Kfuß.	Bemerkungen.
	Uebertrag .	. . . . .	7272		
2) Ganzer Auftrag	. . . . .	. . . . .	. .	0	
3) Durchschnitte.					
Hier werden die Nr. 8. 9. 10. des 1sten Profils mit Nr. 7. 8. des 2ten Profils verglichen, und die Durchschnittslängen durch untenstehende Proportionen gefunden:					
$70\frac{1}{4}$ — 96 — $25\frac{3}{4}$					
$70\frac{1}{4} + 25\frac{3}{4} = 96 : 70\frac{1}{4} = 96 :$ Länge	des Abtrags $= 70'$				
$96 : 25\frac{3}{4} = 96 :$ Länge	des Auftrags $= 26$				
	Summe 96.				
also					
Abtrag	Summe	$70\frac{1}{4}$	1229		
	mit $\frac{1}{4}$ der Länge $= 70$.	$17\frac{1}{2}$			
Auftrag	Summe	$25\frac{3}{4}$	. .	167	
	mit $\frac{1}{4}$ der Länge $= 26$.	$6\frac{1}{2}$			
Summe .	. . . . .	. . . . .	8501	167	
Vom 2ten zum 3ten Profile.					
3tes Profil.					
1) Abtrag	. . . . .	0			
2) Auftrag Nr. 1.	$3\frac{1}{2} \cdot 3\frac{1}{6}$	11 [11] 11			
2.	$6\ (3\frac{1}{6} + 4\frac{1}{4} = 7\frac{5}{12})$.				
3.	$10\ (3\frac{5}{12} + 4\frac{5}{6} = 8\frac{1}{4})$.	$220\frac{1}{4}$ { $44\frac{1}{2}$ $82\frac{1}{2}$ $93\frac{1}{4}$ } 298			
4.	$10\ (4\frac{5}{6} + 4\frac{1}{2} = 9\frac{1}{3})$.				
5.	$4\ (5\frac{1}{3} + 5\frac{1}{6} = 10\frac{1}{2})$.	$77\frac{3}{4}$ { 42 $18\frac{3}{4}$ 17 }			
6.	$2\ (5\frac{1}{6} + 4\frac{1}{4} = 9\frac{5}{12})$.				
7.	$4 \cdot 4\frac{1}{4}$				
		309			
Hieraus:					
1) ganzer Abtrag	. . . . .	. . . . .	0		
2) ganzer Auftrag	2tes Prof. Nr. $7 + 8$	$25\frac{3}{4}$			
	3tes — $5 + 6 + 7$	$77\frac{3}{4}$			
		$103\frac{1}{2}$			
	mit $\frac{1}{4} \cdot 104$	26	. .	2691	
3) Durchschnitte.					
a. Graben am 2ten und Dammböschung am 3ten Profile.					
Abtrag	. . . . .	$14\frac{1}{2}$			
	mit $\frac{1}{4} \cdot 68$	17	246		
Auftrag	. . . . .	11			
	mit $\frac{1}{4} \cdot 52$	13	. .	143	
	Zu übertragen .	. . . . .	246	2834	

2tes Prof. — 3tes Prof.

Nr. $1 + 2 + 3 = 14\frac{1}{2}$ — 120 — 11 = Nr. 1.

$14\frac{1}{2} + 11 = 25\frac{1}{2} : 14\frac{1}{2} = 120 : x = 68$

$25\frac{1}{2} : 11 = 120 : x = 52$

120

Bezeichnung der Profile und einzelnen Theile.		Faktoren.	Produkte. Quadratfuß.		Kubikinhalt des Abtrags. Kfuß.	Kubikinhalt des Auftrags. Kfuß.	Bemerkungen.
		Uebertrag .	. . . . .		246	2834	
b. der übrige Theil.							
Abtrag		. . . . .	$24\frac{3}{4}$	}	74		2tes 3tes Nr. 4—6 = $24\frac{3}{4}$ ◺ 120′ $220\frac{1}{4}$ = Nr. 2—4.
		mit $\frac{1}{4}$. 12	3	}			
Auftrag		. . . . .	$220\frac{1}{4}$	}	. .	5947	$220\frac{1}{4} + 24\frac{3}{4} = 246 : 24\frac{3}{4} = 120 : x = 12$ $246 : 220\frac{1}{4} = 120 : x = 108$
		mit $\frac{1}{4}$. 108	27	}			
	Summe .	. . . . .	. . . . .		320	8781	
Vom 3ten zum 4ten Profile.							
4tes Profil.							
1) Abtrag	Nr. 1.	1 . $1\frac{1}{6}$	$1\frac{1}{4}$				
	2.	$1\frac{1}{2}$ ($1\frac{1}{6} + 1\frac{1}{6} = 2\frac{1}{3}$) .	$3\frac{1}{3}$				
	3.	$1\frac{1}{2}$. $1\frac{1}{6}$	$1\frac{3}{4}$				
			$6\frac{1}{2}$				
2) Auftrag	4.	6 ($\frac{1}{3} + 2 = 2\frac{2}{3}$) .	16	} $63\frac{3}{4}$			
	5.	10 ($1\frac{1}{6} + 3\frac{7}{12} = 4\frac{3}{4}$) .	$47\frac{3}{4}$				
	6.	3 ($3\frac{7}{12} + 4 = 7\frac{7}{12}$) .	$22\frac{3}{4}$	} $84\frac{3}{4}$			
	7.	7 ($4 + 3 = 7$) .	49				
	8.	$1\frac{3}{4}$ ($3\frac{5}{6} + 3\frac{7}{12} = 7\frac{5}{12}$)	13				
	9.	$4\frac{1}{4}$ ($3\frac{7}{12} + 3 = 6\frac{7}{12}$) .	28	} 46			
	10.	6 . 3	18				
			$194\frac{1}{2}$				
Hieraus:							
1) ganzer Abtrag		. . . . .	. . . .		0		
2) ganzer Auftrag		3tes Profil Nr. 2—7. .	298				
		4tes ganz	$194\frac{1}{2}$				
			$492\frac{1}{2}$	}	. .	12805	
		mit $\frac{1}{4}$. 104	26				
3) Durchschnitte.							
Abtrag		. . . . .	$6\frac{1}{2}$	}	63		3tes 4tes Nr. 1—11 ◺ 104′ $6\frac{1}{2}$ Nr. 1—3.
		mit $\frac{1}{4}$. 39	$9\frac{3}{4}$				
Auftrag		. . . . .	11	}	. .	179	$11 + 6\frac{1}{2} = 17\frac{1}{2} : 11 = 104 : x = 65$ $17\frac{1}{2} : 6\frac{1}{2} = 104 : x = 39$ 104
		mit $\frac{1}{4}$. 65	$16\frac{1}{4}$				
	Summe .	. . . . .	. . . . .		63	12984	

Bezeichnung der Profile und einzelnen Theile.		Faktoren.	Produkte. Quadratfuß.	Kubikinhalt des Abtrags. Kfuß.	Kubikinhalt des Auftrags. Kfuß.	Bemerkungen.
Vom 4ten zum 5ten Profile.						
5tes Profil.						
1) Abtrag	Nr. 1.	$3\frac{1}{2} \cdot 3\frac{7}{12}$	$12\frac{1}{2}$ [$12\frac{1}{2}$			
	2.	$1\ (3\frac{7}{12} + 4 = 7\frac{7}{12})$.	32 { $7\frac{1}{2}$			
	3.	$1\frac{1}{2}\ (4 + 3\frac{5}{6} = 7\frac{5}{6})$ . .	{ $11\frac{3}{4}$			
	4.	$2\ (3\frac{5}{6} + 2\frac{1}{2} = 6\frac{1}{3})$.	{ $12\frac{3}{4}$			
	5.	$4\ (2\frac{1}{2} + 2\frac{1}{12} = 5\frac{5}{12})$	$70\frac{1}{4}$ { $21\frac{3}{4}$			
	6.	$2\ (2\frac{1}{12} + 2\frac{1}{6} = 5\frac{1}{12})$	{ $10\frac{1}{4}$			
	7.	$10\ (3 + \frac{5}{6} = 3\frac{5}{6})$ . .	{ $38\frac{1}{4}$			
	8.	$10\ (\frac{5}{6} + 1\frac{2}{3} = 2\frac{1}{2})$ . .	$26\frac{1}{2}$ { 25			
	9.	$1\frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6}$	{ $1\frac{1}{2}$			
			$141\frac{1}{4}$			
2) Auftrag	10.	$4\frac{1}{4} \cdot 2$	$8\frac{1}{2}$			
	11.	$4 \cdot 2$	8			
			$16\frac{1}{2}$			
Hieraus:						
1) ganzer Abtrag.						
a. äußerer Theil der oberen Böschung.						
		5tes Profil Nr. 1. . .	$12\frac{1}{2}$ }			
		mit $\frac{1}{6} \cdot 152$	$25\frac{1}{3}$ }	317		
		4tes ganz	$6\frac{1}{2}$			
b. übriger Abtrag		5tes Nr. 2—4. . . .	32			
			$38\frac{1}{2}$ }			
		mit $\frac{1}{4} \cdot 152$	38 }	1463		
2) ganzer Auftrag		4tes Nr. 9. 10. . . .	46			
		5tes ganz	$16\frac{1}{2}$			
			$62\frac{1}{2}$ }			
		mit $\frac{1}{4} \cdot 152$	38 }	. .	2375	
3) Durchschnitte.						
a. vom Grabenrande zur Mitte der Fahrbahn.						
Abtrag		. . . . .	$70\frac{1}{4}$ }	1405		
		mit $\frac{1}{4} \cdot 80$	20 }			
Auftrag		. . . . .	$63\frac{3}{4}$ }		1147	
		mit $\frac{1}{4} \cdot 72$	18 }	. .		
b. der übrige Theil.						
Abtrag		. . . . .	$26\frac{1}{2}$ }	238		
		mit $\frac{1}{4} \cdot 36$	9 }			
Auftrag		. . . . .	$84\frac{3}{4}$ }		2458	
		mit $\frac{1}{4} \cdot 116$	29 }	. .		
Summe .		. . . . .	. . . . .	3423	5980	

4tes 5tes
Nr. 4, 5 — $63\frac{3}{4}$ | 152′ | $70\frac{1}{4}$ = Nr. 5, 6, 7.

$63\frac{3}{4} + 70\frac{1}{4} = 134 : 63\frac{3}{4} = 152 : x = 72$

$134 : 70\frac{1}{4} = 152 : x = 80$

4tes 5tes
Nr. 6, 7, 8 = $84\frac{3}{4}$ | 152′ | $26\frac{1}{2}$ = Nr. 8, 9.

$84\frac{3}{4} + 26\frac{1}{2} = 111\frac{1}{4} : 84\frac{3}{4} = 152 : x = 116$

$111\frac{1}{4} : 26\frac{1}{2} = 152 : x = 36$

In so fern der Kubikinhalt der Durchschnitte nur, wie hier, 15 bis 25% des ganzen Auf- und Abtrags beträgt, und die Unterschiede der genauen und der nähernden Formel unter 10% sind, wird der Fehler nicht über 0,15 . 0,10 bis 0,25 . 0,10 oder $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ % ausmachen, und also um so mehr außer Acht zu lassen seyn, als sich die einzelnen Fehler zum Theil ausgleichen. Wenn aber die Auf- und Abträge, wie bei einem sehr unebenen Längenprofil, häufig wechseln, also das Verhältniß des Kubikinhalts der Durchschnitte zum ganzen Auf- und Abtrage viel stärker als oben wird, und auch bei Profilen, an denen eine Höhe viel größer oder kleiner als die andere ist, muß die genaue Formel angewendet werden.

Das Verfahren wird noch viel kürzer, aber weniger genau, wenn man nicht blos für einen Theil (wie Fig. 75.), sondern für mehrere auf einander folgende Theile, deren Höhen nicht merklich verschieden sind, die Durchschnittslänge auf einmal sucht, und dann wie oben rechnet.

Die Theile, welche ganz im Auf- oder Abtrage liegen, werden nach der genauen Formel des §. 110. berechnet.

Nach dieser Näherungsmethode, welche viel genauer ist als die gewöhnliche, bei der man Durchschnittshöhen sucht, kann man bei einiger Fertigkeit täglich 30 bereits aufgetragene Profile zweimal berechnen, vorausgesetzt, daß man nach der Regel am Schlusse des §. 101, wegen der Reihefolge der Arbeiten, verfährt.

Zur Anwendung dieser Berechnungsart sind die Kubikinhalte der Querprofile in Fig. 71. zu finden.

§. 113. Die Querprofile auf den Bogen, welche gerade Straßenrichtungen verbinden, werden, wenn der Winkel unter 120° und das Terrain sehr uneben ist, nach ihrer Lage im Grundrisse gezeichnet, jedoch in der Mitte gebrochen, so daß deren Querprofil zweimal vorkommt, und der Bogen, welcher durch die Mitte jedes Theils geht,

wird als Länge dieses Theils in die Rechnung gebracht (s. Fig. 76.).

Die Querprofile der Serpentine werden ebenfalls im Grundrisse, und zwar auf einem besondern Blatte (wie in Fig. 77.) verzeichnet, und ihre Lage durch folgende Betrachtungen bestimmt:

Der Bogen, aus welchem die Krümmung der Serpentine besteht, muß so weit seyn, daß die Pferde des schwersten Frachtwagens dort bei dem Ziehen nur die nämliche Kraft anzuwenden haben, als bei dem geraden Zuge auf einer Steige von 8″ auf die Ruthe, und dieses findet statt, wenn man der Straße dort ein Gefälle von 1″ auf die Ruthe, und dem Bogen der Straßenmitte auf den größten Handelsstraßen einen Halbmesser von 40′, auf andern, die mit leichterem Fuhrwerke befahren werden, aber nur einen Halbmesser von 20 bis 30′ giebt.

Auch muß die Straße breit genug seyn, damit das längste Bauholz auf der Mitte fortgebracht werden könne, ohne daß das Zopfende über den Graben hinausrage. Hierzu muß, wenn das Bauholz 70′ lang ist, bei 40′ Halbmesser des Bogens die äußere Hälfte der Straße 30′, bei 30′ Halbmesser aber 35′, und bei 20′ eine Breite von 41′ haben *).

Es seyen nunmehr DAF die auf dem Terrain gefundenen Schenkel der Serpentine (Fig. 77.). Von A aus als Mittelpunkt und mit dem gefundenen Halbmesser beschreibt man den Kreisbogen BD, welcher die Mitte der Straße vorstellt. Von den 26sten und 32sten Profilen aus, in welchen sich DA und AF so nähern, daß die untere Straßenböschung beinahe die obere Grabenböschung bildet, zieht man die Tangenten 26 — 28 und 32 — 30 auf den Kreisbogen, so daß D — 26 — 28 — 29 — 30 — 32 — F die Straßenmitte giebt. Man zieht dann den

*) §. 26 — 30. des Anhangs.

Kreis CEI nach der gegebenen größeren Breite der äußeren Hälfte der Straße, und die übrige gewöhnliche Breite der Straße aus, und von G und H, welche 5 bis 8 Ruthen von dem 28sten und 30sten Profile entfernt sind, die krummen Linien GE, HB, die die Straßenbreiten berühren. Nach dieser Figur nimmt man auf dem Terrain die nöthigen Querprofile, und zeichnet sie nebst dem Längenprofile ein.

Die Straßenlinie bestimmt man auf letzterem dadurch, daß man ihr von 26 bis 27 und von 31 bis 32 das nämliche Gefälle wie DAF giebt, dann die Straßenpunkte am 27sten und 31sten Profile mit einer geraden Linie verbindet, und deren Durchschnitt mit der Vertikalen am 29sten Profile durch Rechnung bestimmt (§. 105.). Durch diesen Durchschnittspunkt führt man bis 28 und 30 eine Linie mit 1″ Steigung auf die Ruthe, und verbindet die gefundenen Straßenpunkte am 27sten und 28sten und am 30sten und 31sten durch gerade Linien. Das Eintragen der Straßenlinie auf die Querprofile und Berechnen des Auf- und Abtrags geschieht dann, wie gewöhnlich. Zur Länge jedes Theils aber wird der durch dessen Mitte gehende Bogen genommen.

Nur auf steilen Abhängen ist der Winkel ADF so spitz, daß sich ein Punkt findet, an welchem die obern und unteren Straßenböschungen sich vereinigen. In flachern Abhängen hat die Serpentine die Gestalt von Fig. 78 *).

§. 114. Wenn die Kubikinhalte (in den Tabellen der §§. 111 oder 112.) berechnet sind, so verwandelt man sie in Schachtruthen von 144 K. F., mit Weglassung der Bruchtheile unter $\frac{1}{4}$ Sch. Rth., zieht aber (nach §. 104.) 5% vom Auftrage ab, und setzt die Resultate in die nachstehende Tabelle. Diese ist die eigentliche Beschreibung der

---

*) In §. 31. des Anhangs ist der Winkel der beiden Schenkel der Serpentinen durch die Abdachung des Terrains ausgedrückt.

Erdarbeiten, welche zur Richtschnur bei der Ausführung dient, und enthält sowohl alles, was die Verwendung des Abtrags zum Auftrage in den verschiedenen Querprofilen betrifft, als auch die Angabe der Theile der Felsen, welche zur Versteinung verwendet werden sollen.

Der Kubikinhalt des von Erde bedeckten Felsenabtrags und des zur Versteinung brauchbaren Theils ergiebt sich mit Genauigkeit erst bei der Ausführung, wenn die Erde abgeräumt ist; er wird deswegen in der Tabelle nur schätzungsweise angegeben.

Man trägt zuerst die Kolumnen 1 — 6 für alle Profile, also hinlänglich weit von einander, in die Tabellen, und sieht nach, wohin der überflüssige Abtrag zum Auftrage zu verwenden ist, wobei man immer in der Nähe anfängt und den Rest weiter hin bringt. Auch ist darauf zu achten, daß die Erde möglichst abwärts gefahren werde, um den Transport zu erleichtern.

Die Transportlänge (8 — 14) bestimmt man nach der Entfernung der Längenprofile, indem man sie vom Schwerpunkte des Abtrags zum Schwerpunkte des Auftrags rechnet. Man sucht die Lage der Schwerpunkte natürlich nicht durch Rechnung, sondern schätzt ihre Entfernung zu den Profilen ab.

Der Abtrag darf nur auf eine solche Entfernung zum Auftrage verwendet werden, daß dessen Graben und Transport nicht mehr kostet, als wenn er über die Gräben geworfen, und die zum Auftrage nöthige Erde in der Nähe desselben gegraben und beigebracht würde. Diese Grenze der Transportweite ist, wenn man die Grundentschädigung für die im letztern Falle abzutragende und für die mit Erde zu bedeckende Fläche berücksichtigt, gewöhnlich für Sand von 60 bis 120 Ruthen, und für feste, steinige Erde von 100 bis 180 Ruthen.

Im vorigen Beispiele wird die zwischen dem 1sten und 2ten Profile überflüssige Erde zwischen das 2te und 4te

Verwendungstabelle der Erd- und Felsenabträge.

Zu Seite 182 u. f.

1. Bezeichnung der Profile.	2. Gattung des Abtrags.	Kubikinhalt des Abtrags: 3. im Ganzen	4. Hiervon an Fels zur Versteinung	5. Hiervon an Fels zum Auftrage	6. an Erde	7. Auftrags	Transportlänge des Abtrags auf: 8. 2 Schaufelwürfe Erde	8. 2 Schaufelwürfe Fels	9. 8 Ruthen Erde	9. 8 Ruthen Fels	10. 16 Ruthen Erde	10. 16 Ruthen Fels	11. 24 Ruthen Erde	11. 24 Ruthen Fels	12. 30 Ruthen Erde	12. 30 Ruthen Fels	13. 40 Ruthen Erde	13. 40 Ruthen Fels	14. 50 Ruthen Erde	14. 50 Ruthen Fels	u. s. w.	15. Bereits verrechneter Inhalt.	16. Summe von 8—14 für jedes Profil.
		Sch. Rth.	Sch. Rth.	Sch. Rth.	Sch. Rth.	Sch. Rth.	Erde.	Fels.	Erde.	Fels.	Erde.	Fels.	Erde.	Fels.	Erde.	Fels.	Erde.	Fels.	Erde.	Fels.			
Vom 1sten zum 2ten Profile	— —	59	2	4	53	1																	
Daselbst zu vertheilen	lehmige Erde	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Zwischen das 2te und 3te Profil zu bringen	Thonschiefer	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57
— — — — — —	lehmige Erde	—	—	—	—	—	—	—	$51\frac{3}{4}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Zwischen das 3te und 4te desgl.	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{1}{4}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Vom 2ten zum 3ten Profile	— —	$2\frac{1}{4}$	—	—	$2\frac{1}{4}$	58																	
Daselbst zu vertheilen	— —	—	—	—	—	—	$2\frac{1}{4}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58
Zwischen dem 1sten und 2ten bereits verrechnet	— —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$55\frac{3}{4}$	
Vom 3ten zum 4ten Profile	— —	$\frac{1}{2}$	—	—	$\frac{1}{2}$	$85\frac{3}{4}$																	
Daselbst zu vertheilen	lehmige Erde	—	—	—	—	—	$\frac{1}{2}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Zwischen dem 1sten und 2ten verrechnet	— —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{1}{4}$	
Zwischen das 5te und 6te zu nehmen	lehmige Erde	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$85\frac{3}{4}$
— — 6te und 7te desgl.	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
— — 7te und 8te desgl.	Thonschiefer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	—	—	—	—	—	—	
Vom 4ten zum 5ten Profile	— —	$23\frac{1}{4}$	—	—	$23\frac{3}{4}$	$39\frac{1}{2}$																	
Daselbst zu vertheilen	lehmige Erde	—	—	—	—	—	—	—	$23\frac{3}{4}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Zwischen das 7te und 8te zu nehmen	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$39\frac{1}{2}$
— — — — desgl.	Thonschiefer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$5\frac{3}{4}$	—	—	—	—	—	—	—	—	
u. s. w.	— —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Summe	— —	$85\frac{1}{2}$	2	4	$79\frac{1}{2}$	$184\frac{1}{4}$	$3\frac{3}{4}$	—	$75\frac{1}{2}$	4	$24\frac{1}{4}$	—	42	$5\frac{3}{4}$	—	29	—	—	—	—	—	56	$240\frac{1}{4}$

Profil gebracht, und die zwischen dem 3ten und 5ten fehlende von der zwischen dem 5ten und 8ten genommen.

Als Probe der Rechnung muß die Summe der Kolumnen 4, 5, 6 der Summe der Kolumne 3, die Summe der einzelnen Inhalte zwischen zwei Profilen in den Kolumnen 8 — 15 dem summarischen Inhalte in Kolumne 16, und dieser dem Auf- oder Abtrage in Kolumne 3 und 7 (bei dem Abtrage jedoch, wenn Material zur Versteinung genommen wird, nach Abzug des Inhalts in Kolumne 4), und endlich die Summe der Kolumnen 8 bis 15 der Summe der Kolumne 16 gleich seyn. Die Summe der Kolumnen 8 — 14 dient dazu, im aufzustellenden Kostenanschlage die Erdarbeiten summarisch berechnen zu können (§. 172.).

Wenn die Erd- und Felsenarten des Terrains wechseln, so werden für jede Gattung die Summen in den Kolumnen 8 — 14 abgeschlossen, welche im Kostenanschlage besonders berechnet werden. Die Tabelle wird viel kürzer, wenn keine Felsen vorkommen.

In der Ebene kommen, außer dem Ausheben der Gräben, welche zum Anschütten der Fußwege und Planiren des Bettes der Versteinung verwendet werden, nur Auf- und Abträge von einigen Zollen Höhe vor. Hier reicht also die Aufnahme von wenigen Querprofilen, um die Form des Terrains darzuthun, hin. Man berechnet den Kubikinhalt der auszuhebenden Gräben nach den Querprofilen, und schlägt den geringen Auf- und Abtrag der Straßenbahn nach laufenden Ruthen Straße an. Unebene Stellen solcher Straßen werden aber wie oben veranschlagt.

Dritter Abschnitt.

Ausführung der Neubauten, Herstellung und Unterhaltung der Straßen.

Erstes Kapitel.

Ausführung der Erd- und Felsenarbeiten der Neubauten.

§. 115. Wenn alle in dem 6ten bis 10ten Kapitel angegebenen Ausarbeitungen und Zeichnungen beendigt sind, so kann die Ausführung des Baues, nachdem er zuvor abgesteckt worden, angefangen werden.

Die Werkzeuge zum Abstecken sind: 1) die Visirkreuze, 2) die Absteckstangen und Stäbe, 3) Setzwage und Setzlatte, 4) die Kanalwage, 5) ein Vorschlageisen, 6) Profillatten, 7) Pfähle, 8) eine kleine Säge zum Abschneiden der Köpfe der Pfähle, 9) Absteckschnüre. Diejenigen dieser Gegenstände, welche eine Erklärung erfordern, sind in v. Sechmann's Straßenbau (§. 17.) beschrieben, und ich bemerke nur, daß es zweckmäßig ist, die horizontalen Brettchen der Visirkreuze nicht alle gleich hoch zu machen, sondern dem Brettchen des Kreuzes, gegen welches visirt wird, die doppelte Höhe zu geben, und die obere Hälfte weiß und die untere schwarz oder roth anstreichen zu lassen, weil das Abstechende der Farben das scharfe Visiren sehr erleichtert.

Das Abstecken geschieht nach und nach für jeden Theil der Straße, welcher zum Bau kommen soll; zuerst wird die Mitte, oder nach Umständen der eine Rand der Straße bestimmt. Man sucht hierzu die bei der Aufnahme des Projekts geschlagenen Profilpfähle, und besonders an den Winkelpunkten gerader Richtungen und auf den Punkten wieder auf, an welchen nach dem Längenprofile die Gefälle wechseln. Hier werden mehr oder weniger hohe, allenfalls

mit trocknem Mauerwerk umgebene oder mit Holz umkeilte Zielstangen aufgestellt, und die ganzen Linien noch einmal durchvisirt, um sich zu versichern, daß kein Zwischenpfahl seit der Entwerfung des Projekts verrückt wurde. Ist ein solcher Pfahl verrückt oder verloren, so stellt man ihn durch Nivellirung von einem nahen Profile oder einem Festpunkte aus wieder her. An diesen Profilpfählen wird nach den Längenprofilen die Höhe des Auftrags auf einem fest einzuschlagenden Pfahl oder einer Stange eingeschnitten. Zur Bezeichnung des Abtrags wird ein hinlänglich tiefes Loch ausgehoben, und darin ein Pfahl auf die erforderliche Höhe eingeschlagen. Bei tieferen Abträgen wirft man, der Länge nach, einen schmalen Graben aus, worin die Profilpfähle eingeschlagen werden. Daß man in solchen Fällen die Terrainhöhe am Profile zuerst auf einen in der Nähe einzuschlagenden Pfahl, und von da aus die Höhe des Abtrags wieder in die Grabensohle tragen muß, versteht sich von selbst. Zwischen den Profilen werden alle 3 oder 4 Ruthen andere Pfähle nach der Schnur eingeschlagen, und die Straßenhöhe auf dieselben mit den Visirkreuzen getragen, indem man deren zwei auf die beiden Enden jedes Gefälles aufstellt, und mit dem dritten alle Zwischenpunkte festlegt. Zur Kontrolle wird auch die Straßenhöhe an allen schon bezeichneten Profilpfählen visirt, um jeden Fehler zu entdecken.

Bei dem Uebertragen des Querprofils der Straße auf das Terrain ist zu unterscheiden, ob die Straße sogleich beendigt werden, oder das Planum einige Zeit liegen bleiben soll, damit die Aufträge sich gehörig setzen. Im ersten Falle wird die Breite der Fahrbahn und der Fuß- oder Sommerwege wie bei dem Längenprofile abgepfählt, und die Höhe des Bettes der Versteinung und der Fußwege mit der Setzwage von der Mitte aus an jedem Profilpunkte des Projekts bestimmt, und dann mit den Visirkreuzen an die Zwischenpfähle getragen und eingeschnitten.

Dieses Uebertragen des Querprofils der Straße geht schneller mit einer Chablone des Querprofils der Straße von verdoppelten einzölligen Brettern, deren obere Fläche eine gerade horizontale Linie bildet. Wenn sie auf den Mittelpfahl der Straße gelegt ist, so wird sie mit der Setzwage horizontal gestellt, und man bestimmt mit Einemmale alle Breiten und Höhen.

Zum Abstecken der Gräben wird ihre Sohle nach dem Querprofile abgepfählt, ihre Tiefe aber erst bei der Ausführung bestimmt. Die äußere Grabenböschung wird nach der in dem Querprofile angegebenen Breite abgepfählt.

Bei höheren Abträgen steckt man das Querprofil nicht vor den Erdarbeiten ab, sondern läßt diese voranschreiten, indem man nur die Breite der Straße, mit Einschluß des Grabens, absteckt, wobei das Prisma der Böschung stehen bleibt, und wenn der Abtrag bis ungefähr 1′ über der Straßenmitte gediehen ist, trägt man das Querprofil auf das Terrain. Die äußere Grabenböschung wird dann, wie oben nach ihrer Breite im Querprofile, abgepfählt, die Gräben hingegen erst nach Beendigung der Böschung abgesteckt.

Bei Aufträgen von größerer Höhe wird ebenfalls nur die Straßenbreite bestimmt, diese bis ungefähr 1′ unter der Straßenmitte aufgeschüttet, und dann die verschiedenen Höhen abgesteckt. Die Dammböschung bezeichnet man mittelst Profillatten, die man an der Absteckstange festnagelt, auf Entfernungen von 20 bis 25 Ruthen. Die Böschungen an den Zwischenpunkten bestimmt man durch bloßes Visiren über die Profillatten.

Im zweiten Falle, wenn nämlich die Erdarbeiten einige Zeit liegen bleiben sollen, wird das Planum horizontal und auf eine solche Höhe gelegt, daß bei dem Baue nur noch einiger Auf- und Abtrag hinreicht, um das Querprofil der Straße zu bilden. Auf welche Höhe die Horizontale bei Abträgen zu legen ist, damit dieser kleine Auf- und Abtrag gleich sey, findet man bei einem gegebenen

Querprofile leicht durch Berechnung einiger verschiedenen Lagen der Horizontalen.

Den Aufträgen giebt man, des zu erwartenden Setzens der Erde wegen, $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{15}$ Höhe mehr, als nach dem Längenprofile.

§. 116. Die Kreisbogen, welche auf dem Grundrisse gerade Straßenlinien verbinden, lassen sich selten aus ihrem Mittelpunkte auf dem Terrain selbst beschreiben, theils der Größe des Durchmessers, theils der Unebenheiten des Bodens und sonstiger Hindernisse wegen. Die sehr großen Krümmungen werden nach der Karte durch Abstände aufgetragen, und die durch den kleinen Maaßstab entstehenden ungleichen Biegungen nach dem Augenmaaße ausgeglichen.

Zur Konstruktion der kleineren Bogen hat man mehrere Methoden, von denen ich folgende anführe:

1) Man nimmt (in Fig. 79.) AS = AB = der im Plane abgegriffenen Länge, theilt mit dem Astrolabio den Winkel SAB in eine gewisse Anzahl, z. B. 6 bis 8 gleiche Theile, den Winkel SBA in eine gleiche Anzahl, und sucht die Durchschnittspunkte der Seiten A — 1 mit B — 1, A — 2 mit B — 2 u. s. w. Alle Punkte liegen auf einem Kreise, weil die Winkel AiB, AhB u. s. w. der Konstruktion nach gleich sind.

2) Man kann einen Bogen auf eine ähnliche Art auch ohne Astrolabium bestimmen, wenn man SA, SB (Fig. 80.) in eine gleiche Zahl gleicher Theile theilt, und die Durchschnitte wie bei der ersten Methode sucht. Sie bilden eine Ellipse, welche allgemeiner anwendbar ist, weil die Seiten SA und SB ungleich seyn können, welcher Fall in unebenem Terrain öfter vorkommt.

3) Die beiden Seiten SA, SB (Fig. 81.) werden wie bei der zweiten Methode getheilt, aber die Linien A — 1, 1 — 2, 2 — 3 u. s. w. gezogen, deren Durchschnitte Bogenpunkte geben. Diese Linie, eine Parabel des zweiten

Grades, ist noch passender als der Kreis, weil sie sich allmähliger von den geraden Linien entfernt, und dadurch ein besseres Ansehen giebt.

4) Man kann auch ohne diese Durchschnitte den Bogen durch Versuche ausstecken, indem man entweder, wie in Fig. 82, nach dem Plane die Punkte A, B, C, D, 0 bestimmt, dann auf 0D eine beliebige Länge 0a von 1 oder $1\frac{1}{2}$ Ruthen trägt, hierauf die Senkrechte ab von einer gleichfalls beliebigen Länge, ferner die Linie 0bd zieht, worauf man bd = 0a nimmt, um cd entweder gleich ab, oder nach einem beliebigen Gesetze ab- oder zunehmend aufträgt, und so bis zum Punkte B fortfährt. Wenn man auf diesen Punkt nicht trifft, so müssen die Senkrechten ab, cd u. s. w. verändert werden.

Man kann auch, ohne Bestimmung der Punkte B, 0, D, von A aus anfangen, und ebenso bis B verfahren (wie in Fig. 83.).

Mit einiger Uebung trifft man schon bei dem zweiten Versuche auf die gegebenen Endpunkte.

5) Man steckt auch die Bogen, besonders ganz flache, aus, indem man nur die Punkte A, 0, B nach dem Plane (wie in Fig. 82.) bestimmt, und die krumme Linie nach dem Augenmaaße abpfählt. Die einzelnen Pfähle schlägt man nur wenig ein, und richtet sie so lange, bis die Linie eine ziemlich gleichförmige Biegung hat. Diese Absteckung geschieht auf der Mitte, oder, wenn dort Hindernisse vorkommen, auf dem einen Rande der Straße; die übrigen, mit der Mittellinie parallelen Bogenlinien werden vor den Erdarbeiten nur ungefähr, und wenn diese beinahe beendigt sind und die Planirung geschehen soll, nach den Breiten genau abgesteckt.

§. 117. Die zur Ausführung der Erdarbeiten nöthigen Werkzeuge sind folgende:

1) Der Spaten, 2) die Schaufel, 3) der Kreuzpikkel (Howille, Krampe), 4) der gewöhnliche Pickel (Spitz-

krampe), 5) der Karst, 6) das Hebeisen (Brechstange), 7) der Tragkorb, 8) Laufbretter, 9) hölzerne Stampfer (Handrammen), 10) Wasserschaufeln, 11) der einrädrige oder Schiebkarren, 12) der zweirädrige Handkarren.

Zu den Felsenarbeiten sind ferner noch nöthig: der Steinpickel, Keile, die verschiedenen Hämmer von 5, 7, 15 und 30 Pfund Schwere (Schlagen, Steinbücher), das Sprengwerkzeug, bestehend in Bohrern, Schlägeln (Fäusteln), Raumlöffel, Ladstock und Schießnadel, Steinbahren (Steintrog) und Steinkarren.

Diese Werkzeuge sind meistens in Schemerl's Straßenbau (2r Bd. Seite 28 u. f.) beschrieben.

§. 118. Die sehr wenig gebundenen Erdarten können ohne vorherige Auflockerung mit dem Spaten gestochen werden; etwas festere werden mit dem Karste oder der breiten Schneide des Kreuzpickels, die härtesten oder mit Steinen vermischten aber mit der Spitze des Kreuzpickels oder mit dem gewöhnlichen Pickel aufgehauen.

Abträge von geringer Höhe, deren Boden nicht sehr steinig ist, lockert man am besten mit dem Pfluge auf, dessen Schaar nach der Festigkeit der Erde mehr oder weniger tief geführt wird.

Höhere Abträge unter 5′ werden dadurch erleichtert, daß man schmale Gräben einhaut, deren Wände senkrecht stehen bleiben, dann diese Wände etwas untergräbt, und die untergrabenen Theile mit dem Hebeisen herunterstößt. Hierauf werden die Wände mit dem Karste oder Pickel wieder senkrecht gehauen und von neuem untergraben.

Auf ähnliche Art werden noch höhere Abträge behandelt, aber immer nur Schichten von 4 bis 5′ Höhe weggenommen, um die Arbeiter bei dem Untergraben der Schichten nicht der Gefahr auszusetzen, von einstürzenden Erdmassen verschüttet zu werden. Man hebt zuerst die Gräben qb, sd (Fig. 84.) der obern Schichte efg bis auf die Tiefe e aus, untergräbt nach eg, und fährt, von bq nach

ds arbeitend, fort, bis das Viereck bdsq abgehoben ist. Ebenso wird bei den unteren Schichten verfahren. Wenn die Arbeit sehr schnell gehen soll, eröffnet man auch wohl, um eine größere Anzahl Arbeiter anstellen zu können, die mit der Straßenrichtung parallelen Gräben op, qr, so daß die Vierecke qots und obdt zu gleicher Zeit ausgehoben werden. Die Breite der Gräben ab, cd richtet sich nach der Art der Transporte, mit Schiebkarren oder Fuhren. Im ersten Falle dürfen sie nur so breit seyn, daß ein Mann bequem darin arbeiten kann, also $2\frac{1}{2}$ bis $3'$. Von diesen Gräben aus werden auf die höheren Theile Laufbretter gelegt, auf welchen die Handkarren fortgeschoben werden. Zum Transporte mit Fuhren müssen aber eigene Abfahrten angebracht werden.

Um die Straßengräben ausheben zu lassen, pfählt man die Sohle und die Tiefe von $1\frac{1}{2}$ zu $1\frac{1}{2}$ Ruthen ab, läßt zuerst den Kern, nämlich die über der Sohle stehende Erdmasse, und dann erst die dreieckigen Prismen der Böschungen, oder die sogenannten Backen, aufgraben.

Alle nicht verfaulten Pflanzenstoffe, mithin der Rasen und Wurzeln, dürfen nicht im Straßenplanum bleiben, weil sie durch Fäulniß schwinden, und dadurch ungleiche Senkungen des Straßenkörpers hervorbringen. Der Rasen wird daher abgestochen und zur Bekleidung der Gräben verwendet, und die Wurzeln ausgehoben.

Die im Abtrage vorkommenden brauchbaren Steine werden bei dem Graben ausgelesen, und in Haufen auf die Seite gesetzt.

§. 119. Die Erdarbeiter dürfen bei den Abträgen weder so weit von einander gestellt werden, daß die Aufsicht schwierig ist, noch so nahe, daß sie sich gegenseitig hindern. Namentlich bei schnell zu betreibenden Bauten, wo also die größtmögliche Anzahl von Arbeitern angestellt wird, ist die Bestimmung der größten Nähe derselben von Wichtigkeit.

Zwei Arbeiter, welche 5 bis 7′ von einander stehend an einer geraden Wand arbeiten, hindern sich nicht; wenn wir aber annehmen, daß sie am Umringe des Vierecks bdto (Fig. 84.) arbeiten, so muß ihre Entfernung größer seyn, weil sie, sich der Mitte des Vierecks nähernd, näher zusammen stehen werden. Nehmen wir daher ihre Entfernung zu 8′, die Seiten des Vierecks aber zu 24′ an, so werden auf jeder Seite nur 2 Mann arbeiten, da jeder Winkel auf 8′ Seitenlänge nur von einem Mann bearbeitet wird, also am ganzen Vierecke, welches 4 Quadratruthen hält, von 8 Mann. Auf jede Quadratruthe kommen also 2 Mann, wonach sich die Zahl der anzustellenden Leute berechnen läßt.

Bei dem Ausheben der Gräben kann auf eine oder anderthalb laufende Ruthen ein Arbeiter gestellt werden.

§. 120. Die Tabelle des §. 114. giebt an, wohin jeder Theil des Abtrags zu bringen ist, und die Erde wird zuerst an die nächstbezeichneten und dann nach den entfernteren Stellen gebracht.

Zu den Aufträgen, welche vom Abtrage nicht über 20′ entfernt sind, wird die Erde mit der Schaufel auf einen oder zwei Würfe, jeder von 9 bis 10′, geworfen. Für größere Entfernungen bedient man sich der Schiebkarren, und richtet die Transporte so ein, daß ein Arbeiter einen Karren immer nur 8 Ruthen weit fährt, ihn dort einem zweiten übergiebt, und dessen zurückgebrachten leeren Karren wieder zum Aufladeplatze bringt. Diese Länge von 8 Ruthen in der Ebene oder 6 Ruthen bei einer Steigung von 6″ und mehr nennt man einen Wechsel. — Auch Tragkörbe sind zum Transporte der Erde auf eine solche Entfernung sehr anwendbar (s. v. Sechmann S. 42.).

Auf die nämliche Entfernung und weiter, bis 60 Ruthen, gebraucht man die zweirädrigen Handkarren, welche von zwei Mann gezogen und von einem dritten geschoben werden.

Bei weiteren Transporten, oder auch, wenn keine Handkarren vorhanden sind, von 30 Ruthen an, wird die Erde mit Pferdekarren verfahren. Vierrädrige Wagen sind bei Erdtransporten wegen des größeren Aufenthaltes bei dem Auf- und Abladen und der Schwierigkeit des Wendens auf der gewöhnlich ziemlich schmalen Bahn nicht zweckmäßig. Die Länge, bei welcher der Transport durch Pferde wohlfeiler wird als durch Menschen, hängt vom Verhältnisse der Taglohne ab, und wird in jedem besondern Falle aufgesucht.

§. 121. Die in den Auftrag gebrachte aufgelockerte Erde nimmt (nach §. 105.) einen um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ größeren Raum ein, als im Abtrage; wenn man daher das Setzen derselben nicht durch besondere Mittel beförderte, so würde erst nach sehr langer Zeit die Höhe der Aufträge hinlänglich feststehend seyn, um die Versteinung darauf setzen zu können.

Um ein schnelleres Setzen zu bewirken, wird die Erde in Schichten von 6″ Höhe aufgetragen, dabei jede Erdscholle mit dem Kopfe des Pickels zerklopft, und jede Schicht mit 25 bis 30 Pfund schweren Stampfen festgerammt, oder man läßt, wenn die Transporte durch Schieb- oder Pferdekarren geschehen, diese in verschiedenen Bahnen darüber fahren, und die sich zeigenden Spuren immer zuziehen, damit die ganze Breite gleichmäßig befahren werde; oder man sucht endlich Wasser auf die Straße zu leiten, damit der Erdkörper vollständig durchwässert und dadurch zu einer festen Masse zusammengedrückt werde.

Es ist unerläßlich, daß die Erde in Schichten von 6′ Höhe, namentlich bei allen Aufträgen über 3′, gestampft werde, wenn die Straße sogleich beendigt werden soll. Dieses Stampfen kostet aber 20 bis 30% des Aufgrabens und zuweilen noch mehr, daher man es nur dann anwendet, wenn der Auftrag nicht befahren werden kann. Das Befahren der losen Erde durch Fuhrwerke nimmt allerdings

einen

einen beträchtlichen Theil der Zugkraft weg, und die Karren können, besonders wenn die aufgetragene Strecke ziemlich lang ist, merklich weniger beladen werden; es ist aber dennoch wegen der großen Festigkeit, welche es den Aufträgen giebt, dem Stampfen immer vorzuziehen. Gleichwohl aber muß letzteres an allen Stellen angewendet werden, auf welche die Räder des Fuhrwerks nicht gehörig wirken können, als bei dem Ausfüllen von kleinen Vertiefungen und bei schmalen Aufträgen von Böschungen.

Das Bewässern ist in dem Falle, wenn eine Quelle, wie es oft in Steigen möglich ist, auf die Straße geleitet werden kann, immer das wohlfeilste Mittel, die Erde zu befestigen. Bei Thalstraßen, längs denen ein Bach fließt, bedient man sich auch der holländischen Wasserschaufeln, mit denen das Wasser füglich 24′ weit geworfen wird, auf eine größere Entfernung der Handspritzen, und noch weiter läßt man das Wasser mit Fuhren beibringen. Das letzte Mittel wird aber theuer, und deswegen nur dann angewendet, wenn die Erde nicht mit Fuhren verfahren wird; solche Aufträge müssen aber immer noch in Schichten von 1′ Höhe gestampft werden.

§. 122. Bei den Aufträgen, zu denen verschiedene Erdarten verwendet werden, läßt man an die Ränder des Dammes die fruchtbarsten Erdarten bringen, welche die Bildung einer festen Grasnarbe ohne andere Hülfsmittel befördert. Wenn die Pflanzenerde und fetter Lehmboden seltener sind, so sucht man damit die Böschungen wenigstens 1′ hoch zu decken. — Auch für die obere Schicht der Fuß- und Sommerwege, so wie für das Bett der Fahrbahn, wird möglichst diejenige Erde ausgesucht, welche das Wasser am besten durchläßt, aber doch hinlänglich gebunden ist, um in der Trockenheit nicht lose zu werden.

Obschon das Planiren der Straße größtentheils erst nach Beendigung der Versteinung vorgenommen wird, so

wird es doch hier schon angeführt, weil es zu den Erdarbeiten gehört.

Ehe man die Versteinung anfängt, werden die Pfähle des Bettes noch einmal untersucht, und die durch den Erdtransport verschobenen von neuem gesetzt, dann nach der festgespannten Schnur für das Längenprofil und nach dem Richtscheide für das Querprofil alle kleinen Auf- und Abträge gemacht, welche am rauhen Planum noch erforderlich sind, und das Ganze festgestampft. Hierauf wird, wenn der Untergrund nicht durchlassend ist, eine 4 bis 6″ hohe Unterlage von Sand oder Steinsplittern ebenfalls profilmäßig vertheilt; besteht er hingegen aus losem Sande, so bringt man eine Lage Lehm von 8 bis 12″ Höhe darauf.

Die Fuß- und Sommerwege und die Sohle der Gräben werden ebenso planirt, und bei ersteren alles Gestein herausgezogen, welches künftig dieselben uneben machen würde. Die äußeren Böschungen werden mit dem Böschungsspaten, welcher die gewöhnliche, nur etwas breitere Spatenschaufel ist, aber einen langen Stiel hat, dessen untere Seite eine gerade Linie bildet, nach dem Augenmaaße ganz glatt abgeschält.

Die Dammböschungen dürfen nicht, wie es zuweilen in der Absicht geschieht, sie gegen das Auswaschen durch Regenwasser mehr zu befestigen, festgeschlagen werden, weil sie dadurch eine vom Dammkörper verschiedene Festigkeit erhalten, sich mithin ungleich setzen, und die äußere Schicht besonders nach dem Froste vom Damm ablösen.

Von einer genauen Planirung hängt größtentheils das gute Ansehen einer Straße ab; deswegen muß die stete Aufmerksamkeit des leitenden Beamten sowohl auf das Abstecken als auf die Ausführung derselben gerichtet sein, und es dürfen nur geübte Leute, welche diese Arbeiten wirklich gelernt haben, dazu gebraucht werden.

Wenn die Straße erst in dem auf den Anfang der Erdarbeiten folgenden Frühjahre planirt wird (§. 115.), so

füllt man mit der Erde, welche (nach) der Tabelle des §. 114.) übrig geblieben war, die Stellen, die sich gesetzt haben, wieder aus, stampft den Auftrag sorgfältig, und planirt dann wie vorhin.

§. 123. Vor dem Anfange der Felsenarbeiten wird alle den Fels deckende Erde, so weit es das Straßenplanum, der Breite nach, erfordert, weggeräumt.

Die Art, die Steine von den Felsen abzulösen, hängt von der Gattung des Gesteins ab. Lagerhaftes Gestein spaltet man mittelst der Keile und durch Einsetzen von Hebeeisen in die Fugen, oder, wenn die Tafeln zu groß seyn sollten, werden mit dem Steinpickel Rinnen eingehauen, nach welchen der Stein mit dem Hebeeisen abgebrochen wird. Man sucht hier, nach dem technischen Ausdrucke, hinter die Steine zu kommen, indem man senkrecht auf die Lagerung einbricht, wodurch man auch die Abgänge trifft, und die Steine am leichtesten auflockern kann.

Der sogenannte taube Fels, der sich auf keine andere Art in großen Massen fördern läßt, wird mit dem Steinpickel in kleineren Theilen abgelös't.

Das aus größeren Blöcken bestehende oder sehr verwachsene Gestein kann nur durch Sprengen gespalten werden, wozu man bei den Straßenbauten in der Regel die Meißelbohrer anwendet, welche eine unmerklich nach außen gebogene, verstählte Schneide haben. Sie werden in einmännige, zwei- und dreimännige getheilt; mit ersterem bohrt ein einziger Arbeiter, indem er mit einer Hand den Bohrer, und in der andern den Schlägel führt. Den zweimännigen dreht ein Arbeiter, und ein zweiter schlägt zu, während bei dem dreimännigen zwei Arbeiter wechselsweise aufschlagen. Mit dem einmännigen Bohrer werden nur 16 bis 18″ tiefe, mit dem zwei- und dreimännigen aber 20 bis 30″ tiefe Löcher gebohrt.

Die Bohrer der ersteren Gattung sind so gerichtet, daß die Löcher 1″ weit werden, mit den zwei- und drei-

männigen werden sie aber $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{3}{8}$'' weit gebohrt. Der Kopf muß aus Stahl bestehen; zuweilen macht man auch die einmännigen Bohrer ganz von Stahl.

Die Lage und Tiefe der Löcher hängt von der äußern Form, der Struktur und Festigkeit des Gesteins ab. Steht eine Masse von 3 Seiten frei, so wird ein Loch von 30'' Tiefe noch sehr gute Wirkung hervorbringen; wenn sie aber nur auf einer Seite freisteht, so kann das erste Loch, je nach der Härte des Gesteins, nur 8 bis 12'' tief werden, während das folgende, so wie man sich weiter in den Felsen einarbeitet, 18 bis 30'' tief wird. In das im Großen zerklüftete Gestein werden die Löcher nicht so tief eingebohrt, daß die Klüfte getroffen werden, sondern man legt sie so an, daß sie einen stumpfen Winkel mit den Klüften machen.

Vor dem Anbohren wird die Stelle etwas vertieft, damit der Bohrer bei den ersten Schlägen eine feste Stellung habe. Dieser wird immer ganz gerade gehalten, und bei dem Aufschlagen beständig gedreht. Das schnellere oder langsamere Drehen hängt von der Härte des Gesteins ab, und erfordert Beurtheilung, weil die Löcher sonst leicht eckig oder krumm werden, so daß der Bohrer stecken bleibt. Man erleichtert die Arbeit dadurch, daß man Wasser eingießt, weil das feuchte Gestein sich leichter ablös't, und das nasse Bohrmehl weniger Widerstand leistet. Letzteres läßt sich auch mit dem Raumlöffel besser ausheben als der Staub.

Wenn das Loch auf die gehörige Tiefe gebohrt ist, wird es mit einem, an einem dünnen Stäbchen befestigten Schwamme ausgetrocknet, und geladen. Das Pulver der Ladung, welche zwischen $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$ der Tiefe des Lochs beträgt, wurde früher blos eingeschüttet, was aber den doppelten Nachtheil hat, daß es leicht Feuchtigkeit annimmt, wodurch es seine Wirksamkeit verliert, und sich auch in der Nähe des Lochs zerstreut, und Unglücksfälle

veranlaßt; man ladet daher jetzt ziemlich allgemein mit Patronen. Diese werden mit der Schießnadel fast bis auf den Grund durchstochen, und so in das Loch geführt. Auf die Patrone wird ein dünnes Klötzchen von weichen Holze oder eine Pappenscheibe gesetzt, um die Gefahr einer zu frühen Entzündung bei dem Aufbringen der Besetzung zu vermeiden.

Die Raumnadel soll von Kupfer oder noch besser von Messing seyn, welches härter als Kupfer ist und sich also nicht so leicht biegt.

Die Besetzung wird von trocknem Thone, der durch Schlämmen von allen Quarzkörnern gereinigt ist, gemacht, und mit dem Ladestocke zuerst schwach auf das Holzklötzchen aufgestoßen, damit dieses die Patrone nicht zusammendrückt, wodurch das Pulver von seiner Kraft verlöre; die obern Schichten werden aber fester und die letztern am festesten aufgestoßen.

Bei zwei- und dreimännigen Löchern ist der Ladestock hohl, damit die in der Mitte der Patrone stehende Schießnadel durchgehen kann. Bei einmännigen wird letztere auf eine Seite der Patrone gesetzt, und der Ladestock hat auf der Seite eine die Nadel fassende Rinne. Während des Aufbringens der Besetzung wird die Nadel zuweilen etwas gedreht, um sie späterhin leichter ausziehen zu können, und der obere Rand der Besetzung mit etwas feuchtem Thone beschmiert, damit nichts in die Patrone herunter falle.

Man zieht dann die Schießnadel heraus, und setzt den Zünder ein. Dieser besteht aus einem Stück Schilf, welches inwendig eine Füllung von aufgelöstem Pulver hat. Man gießt nämlich die Auflösung hinein, und rüttelt so lange, bis die Seiten der Röhre damit belegt sind, so daß im Innern nur noch eine kleine Oeffnung bleibt. Das Schilf giebt auf diese Art einen langsam fortbrennenden Strahl, der durch die Zündöffnung bis in die Patrone schlägt.

Vor dem Einsetzen wird der Schilf am obern Ende geschlitzt, und ein Schwefelfaden hinein gesteckt; da an diesem zuweilen Schwefelmehl oder Haare des Dochtes hängen, so führt man ihn zuerst über eine Flamme, um diese leicht entzündbaren Körper zu verbrennen. Der Faden wird hierauf angesteckt, und der Arbeiter stellt sich hinter einen hervorragenden Felsen, so daß er die Mine nicht sehen kann, oder hinter eine anzulegende starke Bohlenwand, wenn keine schützenden Stellen vorhanden seyn sollten.

Bisweilen schlägt der Zünder nicht in die Patrone, entweder weil die Oeffnung versperrt ist, oder weil das Pulver eine Schlacke gebildet hat, und alsdann versagt der Schuß. Man nähert sich, nach 7 bis 8 Minuten der Mine, zieht schnell den Zünder heraus, und setzt einen andern auf, wenn jener Schlacken enthalten sollte. Hat er aber durchgebrannt, so darf sich der Arbeiter nicht der Gefahr aussetzen, bei der Herausnahme der vielleicht glimmenden Patrone beschädigt zu werden, sondern man gießt Wasser auf, und nimmt die Ladung erst dann heraus. Im Bergbau darf nicht einmal das Löschen und Ausziehen der Ladung geschehen, was man immer noch als gefährlich ansieht, sondern das Bohrloch wird verlassen und ein anderes daneben angebracht.

Um jeder Beschädigung der in der Nähe stehenden Arbeiter zu begegnen, ist es zweckmäßig, alle Minen zugleich anzuzünden, und zwar, wenn es der Betrieb der Arbeit erlaubt, in den Ruhestunden, sonst aber müssen die Leute hinlänglich weit entfernt, und wenn in der Nähe ein öffentlicher Weg vorbeizieht, Wachposten ausgestellt werden, um alle Passirende zurück zu halten.

Da das Geschirr und der Arbeitslohn bei dem Bohren und Besetzen einen großen Theil der Sprengkosten wegnehmen, so muß, um den Erfolg zu sichern, nur ein aus den reinsten Materialien zusammengesetztes und salpeterreiches Pulver angewendet werden. Bei sehr festem Gesteine

kostet jeder Zoll der Bohrlöcher beträchtlich mehr, daher es dann vortheilhaft seyn kann, das zwar theurere aber spezifisch schwerere Pirschpulver zu gebrauchen.

§. 124. Anstatt des Thons zur Besetzung wendet man auch trocknen Sand an, indem man die Patrone mit eingesetztem Zünder einbringt und den leeren Raum mit Sand ausfüllt; an beinahe waagerechten Löchern muß der obere Rand mit feuchtem Lehme verschmiert werden. Man erspart dadurch den Aufenthalt der Besetzung, und der Schuß thut bei nicht zu festem Gesteine nicht minder gute Wirkung; ist aber der Widerstand des Gesteins zu groß, so wirft der Schuß die Besetzung heraus. An der Simplonstraße gab dieses Verfahren bei dem Sprengen in flasrigem Granite einen sehr guten Erfolg.

Auch Asche, Kleien, Sägespäne, pulverisirter Schwerspath u. s. w. sind zur losen Auffüllung angewendet worden, ohne daß sich jedoch eine größere Wirkung als durch die Sandfüllung gezeigt hätte.

Anstatt des Zünders von Rohr gebraucht man auch wohl eine Lunte von Binsen, Holzspänen u. s. w. oder Raketchen von kleinen Papiertuten, welche mit der Pulvermasse bestrichen und getrocknet werden. Erstere reichen bis in die Patrone, die Raketchen aber nur 3 bis 4″ in das Bohrloch. Diese Mittel sind weniger umständlich als die getränkten Röhren und thun meistens gute Wirkung, können aber nur bei fester Lehmbesetzung benutzt werden.

§. 125. Zur Ersparung des Pulvers hat man in neuern Zeiten diesem dem Gewichte nach ebensoviel, oder bei andern Versuchen die Hälfte, Sägespäne beigemischt, und die nämliche Wirkung gefunden, wie mit einer doppelten Quantität Pulver. Noch günstiger fiel der Versuch aus, das Sägemehl mit der Pulvermasse, aus gereinigtem Salpeter, Schwefelblume und gereinigter Holzkohle, nach dem Verhältnisse des französischen Jagdpulvers, bestehend, zu mischen. Die Sägespäne können von Tannen-, Buchen-

oder Pappelholze genommen, und dürfen nur so weit getrocknet werden, daß sie ihre Farbe behalten, und nur die anhängende Feuchtigkeit verlieren. Man reinigt sie durch ein Sieb von den gröbern Spänen.

Durch Beimischung von gebranntem Kalke glaubte man auch $\frac{1}{3}$ an Pulver ersparen zu können, dieses Resultat hat sich aber bei neuern Versuchen nicht bestätigt. — Eine besonders gute Wirkung bringt nach den Erfahrungen des Großherzogl. Badenschen Bergmeisters Mayer die Beimischung von Kolophonium hervor, da ein Schuß von 2 Loth mit $\frac{1}{2}$ Quent. Kolophonium gemischten Pulvers die nämliche Wirkung that als 4 Loth Pulver, daher sie in den dortigen Bergwerken eingeführt worden ist *).

§. 126. Der Zweck des Sprengens ist, die Steine aufzulockern, damit sie in einer zweckgemäßen Größe ausgehoben und verwendet werden können, aber nicht, sie zu zertrümmern und auf große Entfernungen wegzuschleudern. Eine sehr starke Pulverladung ist daher nicht passend, und die im vorigen §. angegebene von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Lochtiefe im Durchschnitte die beste; sie muß aber doch für jede besondere Gesteinart durch Versuche besonders ermittelt werden.

Ein überladener Schuß schlägt sich auf die vorhandenen Klüfte, oder hebt entweder ohne andere Wirkung die Besetzung, oder doch nur einen kleinen Kessel aus. Wird die Besetzung herausgeworfen, so wird sie zum zweiteumal fester aufgerammt, oder man sprengt auch zuerst in der Nähe weg, um dem Bohrloche weniger Tiefe zu lassen. Wenn das Loch bei einem ausgesprengten Kessel nur zum Theile abgehoben ist, so benutzt man es zum nächsten

---

*) In Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenwesen (2r, 3r, 4r, 5r und 8r Band) finden sich mehrere lesenswerthe Aufsätze über das Steinsprengen.

Schusse, nachdem vorher die Ränder des Kessels durch kleinere Schüsse noch weggebracht worden sind.

Die Schüsse zerschlagen sich ohne merkliche Wirkung, wenn sie auf Klüfte oder Drusen treffen. Bei klüftigem Gestein bohrt man tiefer, damit die Pulverkammer darunter zu liegen komme; alsdann befördern die Klüfte das Abheben. Drusen, die ungefähr in der Tiefe der Kammer liegen, werden auch mit Thon ausgestampft.

§. 127. Das Felsenplanum wird nach den Regeln der vorigen §§. ausgebrochen, und jedenfalls das Bett der Versteinung auf dieselbe Tiefe ausgehoben, als wenn die Unterlage aus Erde bestände, weil der Fels so wenig elastisch ist, daß eine dünne Decke von Material durch den Stoß der Räder schnell zermalmt würde. Auch unter den Fußwegen wird der Fels auf 3″, und unter Sommerwegen auf 6″ Tiefe ausgebrochen, und an dessen Stelle steinige Erde ausgefüllt. Die Gräben werden mit dem Schrotpickel, der etwas leichter als der gewöhnliche Steinpickel ist, völlig glatt gehauen. Dieses geschieht auch an der äußern Böschung, jedoch nur auf einige Fuß Höhe; ihr oberer Theil bleibt rauh, und es wird nur bei dem Ausbrechen darauf gesehen, daß keine bedeutenden Unebenheiten daran stehen bleiben.

Zweites Kapitel.

Ausführung der Fahrbahn und der Pflasterungen.

§. 128. Die Steine zur Bildung der Fahrbahn werden entweder im Planum selbst, oder in Steinbrüchen gewonnen. Das Brechen in letzteren geschieht, wie bei den Felsenarbeiten des Planums (§. 123—127); nur sind hinsichtlich der Instandhaltung der Brüche folgende Regeln zu beobachten: Man fängt damit an, daß die Erde, welche die Steinlagen deckt, oder, wenn der Fels zu Tage liegt, die verwitterten Tagsteine abgehoben und weggebracht wer-

den; auch bei dem fernern Betriebe des Bruchs muß man, um jeden Einsturz zu vermeiden, die Erdschichten einige Fuß hinter der Wand, an welcher gebrochen wird, abräumen. Ist der Abraum so mächtig, daß dessen Wegbringen mit großen Kosten verknüpft wäre, so betreibt man den Steinbruch unterirdisch, indem man vom Bergabhange aus auf das Steinlager einen Stollen treibt. Da diese Bearbeitung aber zum Bergbau gehört, und auch selten vorkommt, so wird sie hier nur angeführt.

In Ur- und Uebergangsgebirgen werden die Brüche meistens in den Thalwänden oder Bergabhängen angelegt, und hier findet man nach den Seiten so viel Gefälle, daß die Entwässerung des Bruchs von selbst, oder durch einige Fuß tiefe Gräben geschieht. In flachem Boden ist man oft genöthigt, das Wasser mit einem Stollen abzuführen, der als Kanal ausgemauert wird, oder man pumpt es auch aus, wenn sich nicht viel Wasser zeigt, und die Anlagekosten eines Stollens zu groß wären.

Um mit einem bestimmten Abraume möglichst viele Steine zu gewinnen, müssen die Brüche so tief als es die Gesteinlager oder das Gefälle zum Wasserabzuge erlauben, angelegt, und die Arbeit im Bruche immer so tief gehalten werden, daß die Sohle nur gerade ein hinlängliches Gefälle zur Abführung des Wassers hat.

Außer der Ersparung am Abraum giebt dieses Verfahren noch den Vortheil, daß man festere Steine gewinnt, weil die Härte gewöhnlich mit der Tiefe der Lager zunimmt, und den Abraum ohne weitern Transport in die ausgebrochenen Stellen bringen kann, ohne künftig, wenn der Bruch ausgebrochen seyn sollte, den Abraum noch einmal abheben zu müssen, um das unter ihm noch liegende Gestein zu gewinnen. An Thalwänden schüttet man den Abraum in die Tiefe, und dann hindert er allerdings weniger.

Man giebt dem Bruche die Form eines umgestürzten Kegels oder eines Kessels, theils um ihn mehr gegen den

Einsturz der obern Masse zu schützen, theils auch um eine größere Anzahl Arbeiter anstellen zu können, als auf einer geraden Wand möglich wäre.

Man legt ihn möglichst, nach dem bergmännischen Ausdrucke, auf die Seite des Einschießens, nämlich so an, daß dem Brecher die losen Steine auf der Lagerungsfläche entgegen fallen. Es wird in Bänken von 4 bis 6′ Höhe, die um den Kessel waagerecht herumlaufen, betrieben.

Etwas zerklüftetes Gestein, wie mehrere Sandsteine, Thon- und Grauwackenschiefer kann man in Massen von 20 bis 30 Schachtruthen mit Einemmale brechen, wenn man die Wand 4 bis 5′ hoch, und 5 bis 6′ oder noch weiter in den Berg hinein unterbaut, und sie dann einstürzen läßt. Um sich bei dieser etwas mißlichen Arbeit keiner Gefahr auszusetzen, spannen die Arbeiter zwischen der Sohle und unterm Gesteine thönerne Pfeifenröhren, und entfernen sich, sobald eine bricht. Eine solche eingestürzte Masse läßt sich meistens mit Hebeisen und dem Steinpickel ohne besondere Mühe zerkleinern.

§. 129. Den Kies findet man entweder am Ufer der Flüsse und Bäche zu Tage liegend, oder von mehr oder weniger Erde bedeckt in angeschwemmten Ebenen und im Hügellande. Wenn die Erdschicht nicht mächtig ist, so entdeckt man die Kieslager durch das mit der Erde vermischte Gerölle, das schwächere Wachsthum der Pflanzen, Schichtung der Wände der Hohlwege, bei dem Ausgraben der Brunnen, Auswerfen der Fundamente der Gebäude u. s. w. Erkundigungen bei Förstern, Feldschützen und bei verständigen Bauern geben hierzu gewöhnlich die besten Andeutungen.

Ist die Erdlage aber mehr als 10 bis 12″ stark, so sind Bohrversuche meistens das einzige Mittel, um den Kies zu entdecken. Der Gewinn für die Baukasse durch das Auffinden eines solchen Lagers ist so groß, daß man, besonders wenn die brauchbaren Steine sehr entfernt sind,

keine Kosten bei den Bohrversuchen scheuen darf, um seinen Zweck zu erreichen.

§. 130. Man gewinnt den zum Straßenbau zu verwendenden Kies entweder, indem man ihn mit dem Rechen abzieht, oder durchwirft, um ihn von allen fremden Theilen zu reinigen. Den Rechen, dessen Kopfgestell am besten von Eisen und mit starken Zähnen versehen ist, gebraucht man, wenn der Kies, wie auf Bänken an Ufern, sehr wenig erdige Theile enthält. Die Zähne müssen, damit (nach §. 68.) alle dünnen Steine entfernt werden, nur 1″ lichte Weite haben.

Das Durchwerfen geschieht mittelst Wurfgitter (Harfen, Durchwürfe), welche aus einem 3′ breiten und 5 bis 6′ hohen hölzernen Rahmen bestehen, in welchen hölzerne oder besser 3 Linien dicke eiserne, nach der Diagonale gestellte, und in der Mitte durch ein Querband verbundene Stäbe eingesetzt sind. Die Stäbe erhalten ebenfalls eine lichte Weite von 1 Zoll. Trockne Witterung eignet sich am besten zum Reinigen des Kieses, weil sich dann alle erdigen Theile am leichtesten davon trennen. Wenn diese Arbeit bei nassem Wetter vorgenommen werden muß, so ist es, namentlich bei allem Kiese, welcher zur Unterhaltung verwendet werden soll, nothwendig, ihn zum zweitenmale durchzuwerfen, um alle Erde möglichst wegzubringen.

Man reinigt den Kies auch wohl, indem man ihn ausgräbt, und dann wider eine schiefe Erdwand wirft, an welcher die erdigen Theile hängen bleiben, der Kies aber an den Fuß der Böschung fällt. Dabei wird jedoch nichts als die Anschaffung und Unterhaltung der Wurfgitter gespart, daher dieses Verfahren um so weniger vorzuziehen ist, als man dabei nicht alles Gestein unter einer gegebenen Dicke wegbringt.

§. 131. Die (nach den §§. 128 und 129.) geförderten Steine werden in den Gruben und Brüchen selbst, oder in deren Nähe, und nicht auf der Straße zerschlagen, denn

auf diese darf, um den übrigen Baubetrieb nicht zu stören, kein anderes als zubereitetes Material gebracht werden.

Zum Verkleinern der Steine von 1 Kubikfuß gebraucht man 25- bis 30pfündige Hämmer, womit sie bis zu 6″ Dicke zerschlagen werden; bis zu 3″ Dicke werden sie dann mit 5- bis 7pfündigen, und darauf, um sie auf die geringste Dicke von 1 bis $1\frac{1}{2}$″ zu bringen, mit kleinen, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Pfund schweren Hämmern geklopft. Letztere haben entweder 12 bis 15″ lange Stiele, und dann schlägt der Arbeiter sitzend, oder auch, was für mehrere Steinarten besser fördert, Stiele von gewöhnlicher Länge, welche aber aus dünnem Haselholze bestehen. Der Gebrauch dieser kleinen Hämmer, die Mac Adam als eine neue Erfindung empfiehlt, die aber schon viel früher auf den nassauischen und andern Straßen angewendet wurden, hat den Vortheil, daß man auch Weiber und Kinder bei dem Steinschlagen beschäftigen kann.

Zum Zusammenziehen dieser kleinen Steine dürfen keine Schaufeln, sondern nur der Rechen gebraucht werden, damit sich keine Erde beimische, und auch die dünnen Splitter aus dem Materiale wegbleiben, welche bei dem Baue anders verwendet werden können.

Anstatt die Steine aus der Hand zerschlagen zu lassen, wendet man auch verschiedene Arten von Pochwerken an, die hinsichtlich der Krafterspärung mehr oder weniger vortheilhaft stnd, aber alle den Nachtheil haben, daß man das richtige Maaß der Dicke der Steine nicht halten kann, so daß dieselben entweder zu dick bleiben, oder größtentheils zu Splittern zertrümmert werden.

§. 132. Bei jeder Art von Versteinung fängt man damit an, daß man die Sandsteine (§. 66.) setzt. Es werden dazu Steine von 4 bis 6″ Dicke ausgewählt, welche die nöthige Breite, um bis unter die Versteinung zu reichen, übrigens auch glatte Köpfe und ziemlich ebene Stoßfugen haben, welche noch besonders zugerichtet werden.

Man schnürt den Rand der Fahrbahn von Pfahl zu Pfahl ab, gräbt die Tiefe der Randsteine aus und versetzt diese mit ihrer Dicke nach der Straßenbreite so, daß sich Stein an Stein ziemlich fest schließt, und befestigt sie in ihrer Stellung mit dem Mauerhammer. Bisweilen setzt man den Kopf mit der äußern Fläche der Versteinung bündig, sonst auch einige Zoll tiefer, und zwar das letztere, um die Randsteine gegen die Räder zu schützen. Ich habe nie bemerkt, daß sie durch das Fuhrwerk beschädigt worden wären, und ziehe daher die erstere Stellung vor, weil man dabei die Straßenhöhe auffindet, ohne nach festen Punkten erst proben zu müssen. Die Vorkehrung, einzelne Steine als Binder in die Fuß- und Sommerwege reichen zu lassen, ist nachtheilig, weil ein über solche Binder gehendes Rad die nahe Erde niederdrückt, wodurch sich Löcher bilden, die den Einsturz der Randsteine veranlassen.

§. 133. Um die Fahrbahn von gleich dicken Steinen, also von Kies oder Gerölle (wie Figur 28.) zu bilden, schüttet man auf das (nach §. 122.) planirte Bett zuerst die Hälfte der Dicke auf. Man planirt das Material, deckt es mit einer 1″ dicken Lage sandiger oder steiniger Erde, und läßt das Fuhrwerk so lange darüber gehen, bis die Decke festgefahren ist. Hierauf trägt man die zweite Hälfte des Materials eben so auf, planirt sie nach der Schablone, bedeckt sie mit einer 1″ dicken Lage der nämlichen Erde, und läßt ebenfalls die Spuren so lange zuhalten bis die Oberfläche ganz festgefahren ist.

Besteht die untere Lage aus Kies, die Ueberschüttung aber aus geschlagenen Steinen, so wird der Kies zuerst vertheilt, und erst dann mit der Ueberschüttung bedeckt, wenn er völlig festgefahren ist, damit sich beide Steinarten nicht vermischen. Die Steine der 5- bis 6zölligen Unterlage (Fig. 29.) werden mit ihren flachsten Seiten auf die Unterlage und unter sich im Verbande gesetzt, und in die obern Lücken und Fugen mit dem Mauerhammer dünne

Steine eingetrieben, damit das Ganze sich festpacke. Auf diese Lage wird die zweite von 2- bis 3zölligen Steinen gebracht, diese mit einer 1zölligen Erdschicht gedeckt, Fuhrwerk übergelassen, bis sie festgefahren ist, und dann die Ueberschüttung aufgebracht. Zur 9″ hohen Ueberschüttung (wie bei Fig. 30.) werden ebenfalls zuerst die zwei untern Lagen von 3- bis 4zölligen und 2- bis 3zölligen Steinen aufgebracht, erstere aber nicht mit der Hand versetzt, sondern blos aufgeschüttet, dann mit Sand oder steiniger Erde gedeckt und festgefahren. Die 6″ hohe Fahrbahn wird zwar lagenweise aufgeschüttet, aber durch eine Erdschicht getrennt.

Das Gestück (in Fig. 32.) wird so, wie die untere Lage der 12″ dicken Fahrbahn, angefertigt; nur ist darauf zu sehen, daß die einzelnen Steine genau nach der Straßenbreite und die Stoßfugen senkrecht auf das Grundbette zu stehen kommen. In die Lücken und Fugen werden Steinsplitter lose eingesetzt, und erst, wenn das Gestück weiter vorgerückt ist, mit Hämmern fest eingeschlagen, und alle stark vorstehenden Ecken abgeklopft. Die Oberfläche darf jedoch nicht platt geschlagen werden, sondern muß besonders in Steigen etwas uneben bleiben, daß die Ueberschüttung sich besser damit verbinde.

Die Höhe, welche jede Lage der verschiedenen Gattungen von Versteinung erhalten soll, wird in die Absteckpfähle der Fahrbahn eingeschnitten, und im Längenprofile mit der Schnur, im Querprofile aber durch die Lehre bei der Ausführung angegeben. Zum Vertheilen des Materials, welches aufgeschüttet und nicht mit der Hand versetzt wird, gehört ein genaues Augenmaaß; man kann es daher nur durch geübte Arbeiter machen lassen.

Wenn die Bindungserde in zu großer Masse aufgeschüttet würde, so wäre der Zweck verfehlt, und die Straße könnte nicht fest werden. Man berechnet daher, um die Schichten genau von 1″ Höhe auszuführen, die Straßen-

länge, auf welche eine Fuhre Erde von 12 oder 16 K. F. geschüttet werden soll; z. B. bei 18″ breiter Fahrbahn, und Karren von 16 K. F. Ladung, $\frac{16 \text{ K. F.}}{18' \cdot 1''} = 10'8''$ Straßenlänge.

Wenn Umstände es erfordern, die ganze Dicke der 9- und 12zölligen Steinbahn mit Einemmale zu machen, weil man das Zusammenfahren jeder Schicht dem Fuhrwerke nicht überlassen darf, so wird dennoch die Bindungserde in zwei Lagen auf die Schichten von 2- bis 3zölligen Steinen und auf die Ueberschüttung gebracht.

Diese Bindungserde ist jedoch nur bei sehr festen Materialien, welche durch die Reibung der einzelnen Steine unter sich und den Stoß der Räder nur sehr wenig zermalmt werden, und bei solchen nöthig, welche in sandige oder nicht bindende Trümmer zerfallen; im letzten Falle kann die Bindungserde aus bloßem Lehme bestehen. Weicheres Material, dessen Trümmer die Steine unter sich verbinden, als Kalk und einige Grünsteinarten u. s. w., bedürfen keiner Bedeckung von Erde, diese wäre sogar nachtheilig, weil die Straße zu viel dünnes Material enthielte, und daher nicht fest werden könnte.

Ziemlich runde Wacken können, so wie die Gruben sie geben, nur zur untern Lage der 12″ hohen Fahrbahn angewendet werden. Bei den 9- und 6zölligen Steinbahnen müssen sie einmal durchgeschlagen werden, damit sich Ecken bilden, welche die Steine gegenseitig binden.

Das Setzen der Sandsteine, welches Genauigkeit erfordert, läßt man am besten durch einen guten Maurer, den übrigen Theil der Versteinung, der mit der Hand geschehen muß, aber zweckmäßig durch junge Leute von 15 bis 18 Jahren ausführen, die weniger Tagelohn erhalten, schneller arbeiten, und leichter begreifen als Erwachsene. Wenn sie einige Tage die nöthige Anleitung durch den Aufseher erhalten haben, so sind sie hinlänglich ausgebildet.

§. 134.

§. 134. Da es für den Verkehr lästig ist, das Festfahren der Steinbahn ihm zu überlassen, so bedient man sich mitunter des 60pfündigen dreimännigen Stampfers, um die obere Lage festzurammen; oder man läßt eine 60 bis 80 Zentner schwere eiserne Walze wiederholt darüber gehen. Bei rundem Kiese thut diese Vorkehrung beinahe gar keine Wirkung, weil das nächste Fuhrwerk mit schmalen Felgen die Materialien wieder auffährt. Eckige Steine werden aber etwas mehr dadurch befestigt; besonders für die Schicht von 2- bis 3zölligen Steinen ist das Rammen vortheilhaft.

§. 135. Nichts ist für den künftigen guten Zustand einer Fahrbahn wichtiger, als die Oberfläche so lange eben zu halten, bis sie völlig festgefahren ist. Man stellt für Strecken von 100 bis 200 Ruthen, nach der Stärke des Verkehrs, einen zuverlässigen Arbeiter an, welcher alle entstandenen Spuren nicht mit den Zähnen des Rechens, wodurch das schon Festgefahrene wieder aufgelockert wird, sondern mit der Schaufel, oder noch besser mit der Kothkratze zuzieht, so daß nur der lose gewordene Theil berührt wird. Mit dieser Sorgfalt muß die Unterhaltung so lange betrieben werden, als sich noch einige Bewegung in der Steinbahn zeigt, also während 2 bis 18 Monaten, und die Zahl der Arbeiter darf nur nach und nach bis zum gewöhnlichen Unterhaltungsstande verringert werden.

Wenn die Decke beinahe festgefahren ist, wird die Schablone noch einmal angelegt, um alle Theile, die sich etwas gesenkt haben, mit dünnem Material wieder auszufüllen.

§. 136. Das Planum des Pflasters wird eben so projektirt und ausgeführt, wie bei den andern Straßen (§. 73—81). Wenn es die Zeit erlaubt, läßt man es einige Monate befahren, um ihm alle mögliche Festigkeit zu geben. Alle Aufträge müssen aber noch viel sorgfältiger

als anderswo gestampft werden, und wo möglich eine Zeitlang liegen bleiben, weil die geringste ungleiche Senkung den Zustand des Pflasters verdirbt, während man Versteinungen mit Materialien wieder auffüllen kann. Um ein recht dauerhaftes Pflaster zu machen, ist es rathsam, nicht allein die Aufträge, sondern auch das übrige Planum mit dreimännigen Rammen so festzustampfen, daß es sich um 2 bis 3 Zoll setzt; die Mehrkosten werden reichlich durch den guten Zustand und die längere Dauer des Pflasters ersetzt.

Wenn das Bett nach der Absteckung (§. 122.), welche 5 Reihen Pfähle erfordert, nämlich in der Mitte, in jeder Rinne und an den Rändern der Fußwege, auf deren jedem sowohl die Höhe des Planums als auch die Oberfläche des Pflasters angegeben wird, planirt und noch einmal gestampft worden ist, wird (nach §. 74.) die untere Steinlage angelegt. Sie erhält bei 9″ Höhe zwei Schichten, die untere 4- bis 5zöllig, und die obere 2- bis 3zöllig, bei 6″ Höhe aber durchgehends 2- bis 3zöllige Steine, welche in gleichmäßiger Dicke über das Planum, wie die Versteinung einer Fahrbahn, verbreitet werden. Man läßt mehrere Monate lang die Fuhrwerke darüber gehen, und unterhält sie wie die Fahrbahnen.

Wenn die Fahrbahn völlig festgefahren ist, wird sie nach der Lehre planirt, alle Vertiefungen mit kleinem Gesteine ausgefüllt, und dann ist sie fertig, um das Pflaster zu tragen.

Wendet man Platten anstatt des Steinbetts an, so werden sie in gutem Verbande auf das Planum, am besten mit einer 1″ hohen Unterfüllung mit Sand versetzt, und es wird darauf gesehen, daß sie nirgends hohl liegen. Die Fugen zwischen Platten keilt man mit Steinsplittern aus.

Auf das fertige Bett wird die Unterlage von Sand, welcher scharfkörnig und ohne Beimischung von Erde seyn muß, auch keine Steine über 1″ Dicke enthalten darf, in

gleicher Dicke ausgebreitet, und wenn sie über 6″ Höhe erhält, die untere Hälfte angefeuchtet und gestampft.

Die Pflastersteine werden schon in den Brüchen behauen, daher bei ihrer Abnahme auf der Baustelle nur diejenigen nachgehauen werden, deren Kopf oder Fugen nicht gehörig glatt sind.

Da es wesentlich ist, zu dem Pflaster nur Steine von gleicher Größe zu verwenden, so sondert man sie nach gleicher Dicke und Höhe, und setzt die verschiedenen Sorten in Haufen auf. Dieser Ordnung nach werden sie zum Pflaster verwendet, so daß zwei neben einander stehende Steine so wenig als möglich dem Kubikinhalt nach verschieden sind. Zum Versetzen der Steine werden die Schnüre nach der Straßenbreite gespannt, und die Pflastersteine reihenweis nach der anzulegenden Lehre versetzt. Die an den Fugen noch vorhandenen Ungleichheiten haut der Pflasterer mit dem Hammer ab, damit die Steine dicht schließen; die zweite Reihe wird wider die erste mit verdeckten Stoßfugen und zwar möglichst so gesetzt, daß diese auf die Mitte des dawider stehenden Steines treffen.

Es ist darauf zu sehen, daß die Lagerfugen senkrecht auf dem Straßengefälle, also bei einer wagerechten Straße lothrecht sind. In Steigen werden sie aber nach dem Gefälle geneigt, daher solche Pflaster immer an der tiefsten Stelle angefangen werden müssen, damit die Steine sich gegenseitig stützen.

In der Nähe der Rinne wechseln die Steine so, daß eine Stoßfuge im Durchschnitte der beiden, die Rinne bildenden Kreisbogen liegt.

Man darf nicht dulden, daß die Pflasterer Sand von der Unterlage zwischen die Fugen unter dem Vorwande ziehen, den Steinen Halt zu geben, wodurch sie gewöhnlich schlechte Arbeit verdecken, sondern die Steine müssen ohne Sand in völligem Schlusse wider einander gesetzt werden.

Die Arbeit jedes Tages wird, wenn die Witterung

nicht ohnehin naß ist, tüchtig begossen, und den folgenden Morgen gerammt; wozu man sich nach der Größe der Steine einer 40 bis 60 Pfund schweren, also 2- oder 3männigen hölzernen Ramme bedient, welche unten schwach konvex und mit einem eisernen Ringe eingefaßt ist.

Man hebt sie wenigstens 1′ hoch, und trifft damit erst zwei neben einander stehende Steine, und wenn diese nicht mehr nachgeben, einen einzigen so lange, bis keine Senkung mehr zu bemerken ist. Die Steine, welche sich zu sehr senken, oder brechen, werden ausgehoben, und wieder ersetzt. Da vom scharfen Rammen die Dauer eines Pflasters abhängt, so versichert man sich bei der Abnahme durch Nachrammen, ob keine Senkung mehr möglich ist.

Man hat mit großen Vortheilen anstatt des Wassers zum Begießen eine dicke Kalkmilch angewendet, welche mit dem Sande einen schwachen Mörtel bildet, und die Unterlage sehr befestigt.

Auch Beimischung von Schmiedeabfällen unter den Sand giebt der Unterlage durch das Rosten des Eisens eine große Härte; man wird aber nur selten im Stande seyn, sich eine hinlängliche Quantität davon verschaffen zu können.

Auf das beendigte Pflaster wird eine 1 bis $1\frac{1}{2}$″ hohe Sandlage gebracht, und mit stumpfen Besen in die Fugen eingekehrt; die dünne auf dem Pflaster liegen bleibende Sandlage drückt sich durch das Fuhrwerk nach und nach in die Fugen ein.

Nur bei den 3 ersten Pflastergattungen des §. 75. schließen die Steine so dicht, daß die Fugen sehr enge sind, bei der 4ten und 5ten werden die Zwischenräume mit 4 bis 5″ langen Steinsplittern vor dem Stampfen ausgekeilt, und diese zugleich mit den Steinen festgerammt. Diese lassen sich auch nicht genau nach der Schnur versetzen; man begnügt sich daher, die Reihen so gerade als möglich zu legen.

Die Randsteine des Pflasters, welches nicht wider Häuser stößt (§. 76.), versetzt man wie bei der Versteinung, und die Beschüttung von geschlagenen Steinen am äußern Rande wird von der Höhe der Randsteine oben $\frac{1}{2}'$, unten aber 2 bis 3′ breit.

Drittes Kapitel.

Ausführung des Mauerwerks.

§. 137. Die Materialien zum Mauerwerke sind die Bruchsteine, Ziegel, Quadern, Kalk, Sand, natürliche und künstliche Cemente. Die Bruchsteine werden auf die nämliche Art gefördert, wie die zur Versteinung zu verwenden, und man sucht bei der ersten Anlage der Straßen zum Mauerwerke diejenigen aus, welche sich durch Größe, gutes Lager und saubere Köpfe dazu besonders eignen. Die Gesteinarten, deren Flächen nicht glatt, wie Basalt und Kieselschiefer sind, und auf denen daher der Mörtel besser bindet, sind vorzuziehen. Da bei dem, aller Witterung ausgesetzten Mauerwerke die Sicherheit, daß die Steine nicht verwittern, unerläßlich ist, so beobachtet man den Zustand der Steine aus den nämlichen Brüchen, oder wenigstens von der nämlichen Gattung an alten Bauwerken, oder man behandelt, wenn der Bruch erst neu angelegt ist, Probesteine durch Glaubersalz, dessen Bestandtheile auf die Steine die nämliche Wirkung thun, als das Wasser während des Frostes. Man schüttet in kaltes Wasser so viel Glauber-Salz (schwefelsaures Natron) als sich darin auflös't, (bei 12° Reaumur reicht 1 Pfd. Salz für eine Flasche Wasser hin). Dieses Wasser wird nun bis zum Aufwallen erhitzt, und dann ein Stück des zu untersuchenden Steins von 6 bis 8 Kubikzoll hineingeworfen, das man eine halbe Stunde lang in dem kochenden Wasser liegen läßt. Die Steinprobe darf keine Risse bei dem Brechen oder Zerschla-

gen erhalten, weil sonst das Salz eindringt, und den Stein sprengt, der vielleicht ohne diese Risse widerstanden hätte. Es ist daher am besten, die Probe zu einem Würfel sägen zu lassen. Der Stein wird dann herausgenommen, und mit einem Faden über einem mit Wasser gefüllten Gefäße aufgehangen; ungefähr 24 Stunden nachher werden sich an der Oberfläche Salzkrystalle bilden, die häufiger sind, je trockner und wärmer die Luft ist, und sich besonders bei Nacht sehr häufig ansetzen, daher es besser ist, den Versuch in einem dunkeln Zimmer zu machen.

Der Stein wird dann in das Wasser getaucht, um die Krystalle zu schmelzen, und dieses wiederholt man so oft, als sich Krystalle zeigen. Fünf Tage reichen zu dem Versuche hin. Wenn sich außer dem Krystalle keine Trümmer des Steins in dem Gefäße niederschlagen, so ist man sicher, daß er vom Froste nicht leidet. Ein Niederschlag zeigt hingegen die Neigung des Steins zum Verwittern.

Will man mehrere Steingattungen hinsichtlich der Verwitterung vergleichen, so werden sie zusammen im nämlichen Gefäße gekocht, dann getrennt aufgehangen, und mit jedem der Versuch durchgemacht; nach 5 Tagen wird der Niederschlag jedes Steines getrocknet und gewogen, und man schließt aus dessen Gewichte, welche Steine am meisten verwittern werden.

§. 138. Die geförderten Bruchsteine werden, um jeder Schicht des Mauerwerks gleiche Höhe zu geben, sortirt, ihre Köpfe, besonders zu Brücken, auch wohl mit dem Spitzhammer bossirt, und mitunter behauen.

§. 139. Die Förderung und Zurichtung der Werkstücke und die Zubereitung der Ziegel, so wie die Ausführung des Mauerwerks mit diesen Materialien sind in den verschiedenen Werken über Land- und Wasserbau weitläufig beschrieben, daher es unnöthig ist, hier etwas darüber zu sagen.

§. 140 *). In der Baukunst unterscheidet man fünf verschiedene Kalkarten: 1) den fetten Kalk, 2) den mageren, 3) den mittelmäßigen Wasserkalk, 4) den Wasserkalk, und 5) den vorzüglichen Wasserkalk.

Fetter Kalk ist derjenige, welcher 1) auf die gewöhnliche Art gelöscht, um das Doppelte und mehr aufgeht, 2) in Wasser versenkt, nach Verlauf mehrerer Jahre noch keine merklich größere Festigkeit annimmt, und 3) bis zum letzten Theile sich in reinem, oft erneuerten Wasser auflös't.

Der magere Kalk geht weniger oder gar nicht auf, verhält sich aber wie der vorige im Wasser, nur daß er sich darin nicht ganz auflös't, sondern einen weichen Niederschlag zurückläßt.

Der mittelmäßige Wasserkalk fängt, nachdem er 15 bis 20 Tage in Wasser versenkt worden, zu binden an, und wird nach und nach härter, nimmt jedoch nach 6 bis 8 Monaten nur langsam mehr an Härte zu; nach einem Jahre ist er so fest, wie trockne Seife. In reinem Wasser löset er sich noch, aber nur schwer auf. Er geht bei dem Ablöschen mehr oder weniger auf, manchmal so stark wie der magere, nie aber so stark wie der fette Kalk.

Die Wasserkalke binden nach dem 6ten bis 8ten Tage, die Erhärtung nimmt bis zum 12ten Monate zu, obschon das meiste nach 6 Monaten geschehen ist. Nach einem Jahre wird der Kalk schon die Härte eines sehr weichen Steines haben, und das Wasser kann ihn nicht mehr angreifen. Er geht nie mehr auf als der magere Kalk.

Die vorzüglichen Wasserkalke binden zwischen dem 2ten und 4ten Tage im Wasser, nach einem Monate sind sie

---

*) Die §§. 140—143. sind ein kurzer Auszug aus dem ganz auf Erfahrungen gegründeten, schätzbaren Vicatschen Werke: Résumé des connaissances actuelles sur les mortiers et cimens calcaires, Paris 1828 Dieses Buch enthält so vieles Gute, daß jedem Baumeister ein gründliches Studium desselben sehr zu empfehlen ist.

schon sehr hart, und im Wasser nicht mehr auflösbar; nach dem 6ten verhalten sie sich wie die Kalksteine, die hart genug sind, um behauen werden zu können, durch Stöße springen Splitter ab, der Bruch ist muschelig. Sie gehen bei dem Löschen nicht mehr als der magere Kalk auf.

Durch die Farbe lassen sich übrigens die verschiedenen Kalkarten nicht unterscheiden, denn sie können alle weiß, grau, röthlich-gelb, röthlich u. s. w. seyn.

Unter Binden versteht man oben, daß der Kalk hart genug ist, um eine Stricknadel von $\frac{1}{2}$ Linie Durchmesser (0,12 Centimeter) zu tragen, welche unten eben abgefeilt und mit einem Gewichte von 20 Loth (0,30 Kilogramm) belastet ist. In diesem Zustande kann man den Finger mit der gewöhnlichen Kraft des Armes in den Kalk nicht eindrücken, der alsdann überhaupt, ohne zu brechen, keine andere Form mehr annimmt.

Der wesentliche Unterschied der fetten und der Wasserkalke besteht darin, daß die letztern nach der chemischen Analyse immer Lehm, bestehend aus Kieselerde und Thon, enthalten. Hieraus ergiebt sich ein Mittel, von gewöhnlichem fetten Kalke einen künstlichen Wasserkalk durch Zusatz von Lehm zu bereiten, und dieses kann auf zweierlei Arten geschehen.

1ste Art. Nachdem der Kalk gebrannt ist, bringt man ihn an einen trocknen, gedeckten Ort, wo man ihn zu Staub zerfallen läßt.

Um den Lehm von allem Gestein zu reinigen, schüttet man ihn in ein mit Wasser gefülltes Becken, und rührt ihn stark um. Den Brei läßt man in ein zweites Becken laufen, worin er mit dem zu Staub zerfallenen Kalke gemischt wird. — Die Proportion des Kalks und Lehms ist nach deren Qualität verschieden. Sehr fetter Kalk verträgt 20 p. C., mittlerer 15 p. C., anderer, der schon mehr Wasserkalk ist, nur 6 bis 10 p. C. trocknen Lehm. —

Versuche mit den in der Gegend vorhandenen Materialien können allein die zweckmäßigsten Verhältnisse bestimmen.

Aus der Mischung, welche tüchtig umgerührt wird, macht man Kugeln oder Prismen, die an einem bedeckten Orte getrocknet und dann wie der Kalk gebrannt werden. Vicat hat die Kosten der Zubereitung dieses Kalks im Großen durch folgende Erfahrung ermittelt *). — Ein Kalkofen in der Nähe seines Wohnortes faßt 59 Kubikmeter Steine. Wenn man 17 K.M. gewöhnliche Kalksteine zum Gewölbe verwendet, und 42 K.M. Kugeln des künstlichen Kalks darauf setzt, so kann man mehrere Brände machen; der natürliche Kalk jedes Brandes giebt den künstlichen Kalk des folgenden, wenn man nämlich das Verhältniß von 1 Theil Kalk, der in der Luft zerfallen ist, gegen 0,20 Lehm, ebenfalls als Staub gemessen, annimmt, und daß 1 Theil Kalkstaub 3,52 gelöschten Kalk giebt.

Ein Brand kostete:

17 K.M. gewöhnliche Kalksteine, zu 2 Franken	34,00 Fr.
8,40 K.M. Ziegelerde, die rein genug ist, um nicht geschlämmt werden zu müssen, zu 3,00 Fr.	25,20 „
Arbeitslohn für die Verfertigung von 42 K.M. Kugeln von künstlichem Kalke, zu 12,00 Fr.	504,00 „
50 K.M. Eichen-Brandholz, zu 10,00 Fr.	500,00 „
Einsetzen und Ausnehmen aus dem Ofen; 22 Tagelöhne des Kalkbrenners (die Zeit des Brennens doppelt gerechnet), zu 3 Fr.	66,00 „
68 Tagelöhne für Handlanger, zu 2,00 Fr.	136,00 „
Preis des Brandes	1265,20 Fr.

*) Dieser Versuch ist aus dessen früherm Werke: Recherches sur les chaux de construction etc., Paris 1818. Seite 9. gezogen.

Um zehn solche Brände zu erhalten, müssen deren eilf gemacht werden, weil der erste, den wir nicht zählen, Ziegel und den nöthigen Kalk zum zweiten Brande liefert; die zehn folgenden geben 420 K.M. künstlichen Kalk, und kosten 12652 Franken, der K.M. kostet also an Auslagen 30 Franken 12 Cent. oder ungefähr 35 Fr. mit Einschluß des Gewinns des Unternehmers, Einrichtungskosten u. s. w., oder der Kubikfuß am Ofen etwas über 8 Sgr. Er heißt doppelt gebrannter künstlicher Kalk.

2te Art. Man wählt anstatt des Steinkalks einen kalkartigen Stoff, wie Kreide oder Tuff, der sich leicht kleinstoßen und in Wasser zu Brei anrühren läßt. Wenn der Kalk sehr fett ist, kann man 20 Theile Lehm auf 80 Theile Kalk nehmen, sonst reichen wohl auch 15 Theile hin; für jedes Material müssen aber besondere Versuche gemacht werden, um die günstigsten Verhältnisse zu bestimmen.

Vicat führt als Beispiel eine Fabrik künstlichen Kalkes von Brion und St. Léger zu Meudon bei Paris an, worin man die dortige Kreide und den Lehm von Vaugirand verarbeitet. Ein senkrechter Mühlstein und ein starkes Rad, das mit einem Systeme von Eggen und Rechen fest verbunden ist, werden durch zwei Pferde an einem Göpel in einem runden Becken von ungefähr 12 Fuß Durchmesser in Bewegung gesetzt *). In der Mitte des Beckens ist eine gemauerte Unterlage, auf welcher sich der Standbaum dreht, an dem Rad und Mühlstein befestigt sind. Man schüttet nach und nach 4 Theile Kreide und einen Theil Lehm ein, und führt mittelst eines Krahnens das nöthige Wasser zu.

Nach anderthalb Stunden sind 1,50 K.M. Brei fertig, den man durch eine Oeffnung am Boden des Beckens

---

*) Diese wörtlich übersetzte Beschreibung ist nichts weniger als deutlich.

durch sein eigenes Gewicht nach einer ersten Grube, von da in eine zweite und so weiter bis zu einer vierten und fünften ablaufen läßt. Diese Gruben stehen an ihren obern Theilen in Verbindung, so daß, wenn die erste voll ist, der Brei in die zweite läuft und das Wasser nach der untern abzieht, bis es endlich nach einer Senke abläuft. Rings um das Becken befinden sich Reihen von Gruben, die nach und nach gefüllt werden, während in der ersten der Brei bis zu der zum Formen nöthigen Festigkeit erhärtet. Je weniger tief die Gruben sind, desto schneller erhärtet der Brei. Man bringt ihn dann in die Formen, worin er die Gestalt von Prismen erhält. Diese Arbeit geht so rasch, daß ein Gedingearbeiter deren gewöhnlich 5000 im Tage macht. Die Prismen werden dann in Trockenschuppen gebracht, wo sie schnell die zum Brande erforderliche Trockenheit erlangen. Der Brand geschieht entweder mit Holz, Steinkohlen oder Torf, in der angeführten Fabrik aber mit einer Mischung von Coacks und gewöhnlichen Steinkohlen, und also mit fortgesetztem Brande.

Bei dieser zweiten Art der Bereitung wird man in der Regel keinen so kräftigen Kalk gewinnen, als bei der ersten, weil der rohe Stoff nicht so vollständig verkleinert werden kann, als dieses durch einen ersten Brand geschieht. Vicat nimmt durchschnittlich die Kosten des doppelten Brandes zu 40 Fr. für den Kubik-Meter an, während sie bei der bloßen Mischung von Kalk und Lehm sich nur auf 30 Fr. stellen.

Es giebt drei verschiedene Arten, den Kalk zu löschen:

1) Man gießt auf den Kalk, so wie er aus dem Ofen kommt, eine hinlängliche Quantität Wasser, wodurch er unter Entwickelung einer mehr oder weniger starken Wärme und vieler Dämpfe sich in einen dichten Brei verwandelt. Dieses ist das gewöhnliche Verfahren. Es darf

durchaus nicht zu viel Wasser beigemischt, und der Kalk bis zu Milch verdünnt werden, weil er sonst den größten Theil seiner Bindekraft verliert.

Die fetten Kalkarten nehmen einen zwei- bis dreimal größeren, alle übrigen aber nur einen $1\frac{1}{4}$ bis höchstens $1\frac{1}{2}$ mal größeren Kubikinhalt nach dem Löschen ein.

2) Der gebrannte Kalk wird einige Sekunden lang in Wasser getaucht und vor der Auflösung wieder herausgezogen. Er platzt dann mit Geräusch, entwickelt Dämpfe und zerfällt in Staub. Man nennt dieses Verfahren Ablöschen durch Eintauchen.

Der fette Kalk nimmt im Durchschnitt nur 18 p. C. Wasser auf, während die Wasserkalke 20 bis 35 p. C. annehmen; der erste giebt, als Staub gemessen, nur 1,50 bis 1,70, während die Wasserkalke 1,80 bis 2,18 geben.

3) Wenn man den gelöschten Kalk der langsamen Einwirkung der Atmosphäre überläßt, so zerfällt er in einen sehr feinen Staub. Bei diesem natürlichen Löschen entwickelt sich etwas Wärme, aber keine sichtbaren Dämpfe. Dieses ist die Ablöschung durch die Luft.

Der fette Kalk nimmt um $\frac{2}{5}$ seines Gewichtes zu, und giebt bis zu 3,52 seines vorigen Kubikinhaltes; die verschiedenen Wasserkalke nehmen aber nur um $\frac{1}{5}$ des Gewichtes zu, und geben 1,75 bis 2,55 (der Staub wird lose eingeschüttet und ohne ihn zusammenzudrücken gemessen).

Der nach dem gewöhnlichen Verfahren gelöschte fette Kalk läßt sich bekanntlich lange Zeit aufbewahren, wenn man ihn in eine ziemlich wasserdichte Grube schüttet, und 12 bis 15 Zoll hoch mit Erde deckt. Der durch Eintauchung oder durch die Luft gelöschte hält sich ohne Nachtheil ziemlich lange, wenn man ihn in Fässern, oder unter Schuppen in Gruben, die mit Stroh oder Tuch gedeckt sind, verwahrt.

Die Wasserkalke erhärten schnell in Gruben, und lassen sich nur dann lange verwahren, wenn man sie durch

Eintauchung löscht, und in Fässern oder Säcken verwahrt; man kann sie auch auf folgende Art ungelöscht 5 oder 6 Monate lang aufheben: Auf dem Boden des Schuppens, in welchem der Kalk aufbewahrt werden soll, legt man eine 6 bis 8″ hohe Schicht durch Eintauchung gelöschten Kalks, darauf den gebrannten, den man fest zusammendrückt; und überdeckt diesen mit einer Lage Kalk, der so eben durch Eintauchung gelöscht worden ist; dieser, indem er zu Staub zerfällt, setzt sich in die Zwischenräume der Kalksteine, und sperrt der Luft und Feuchtigkeit allen Zugang.

§. 141. Die Stoffe, aus welchen außer dem Kalke die Mörtel und Cemente verfertigt werden, sind folgende: 1) der Sand, 2) der Lehmsand, 3) die Grauwacken, 4) der Lehm, 5) die vulkanischen und pseudovulkanischen Produkten, 6) die künstlichen Produkte, welche durch das Glühen des Lehms, Lehmsandes und der Grauwacken entstehen, und die Schlacken der verschiedenen Hüttenwerke.

Der Sand entsteht aus Granit, Thonschiefer, Kalk, Sandstein u. s. w., welche durch die Wirkung des Wassers oder durch Verwitterung zu Körnern verkleinert wurden; er unterscheidet sich vom Staube dadurch, daß er sich in reinem Wasser sogleich niederschlägt, ohne es merklich zu trüben. Bisweilen bildet sich bei der Verkleinerung der Felsen auch Staub, der dem Sande eine gewisse Bindung giebt, wenn man ihn anfeuchtet; diese Beimischung findet aber gewöhnlich nur an Entstehungsorten des Sandes statt, weiterhin werden alle staubartigen Theile durch das fließende Wasser ausgewaschen, so daß er rein in die Flüsse gelangt. Nach der Mündung großer Flüsse hin, und da, wo die Bäche in einem Bette von Lehm oder sonstiger Erde fließen, wird er aber schlammig.

Man findet auch große Massen von Sand an Stellen gelagert, wo weder Flüsse noch Bäche mehr fließen, und diese geben den Grubensand, der sich vom Fluß- und Meersande gewöhnlich durch eckigere Körner unterscheidet.

Der Lehmsand besteht aus Quarzsand von unregelmäßigen und sehr ungleichen Körnern, der mit gelbem, rothem, braunem und bisweilen weißem Lehme gemischt ist; die Verhältnisse beider Erden wechseln von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ des Ganzen. Dieser Lehmsand bildet beinahe immer die Spitze abgerundeter, mäßig hoher Hügel, manchmal sogar ganze Hügel; auch füllt er oft mit dicken Lagern die Klüfte der Kalkfelsen aus.

Die Grauwacken bestehen bekanntlich aus Körnern von Quarz, Thonschiefer, Feldspath und Glimmerblättchen, die mechanisch durch irgend ein Cement gebunden sind. Es giebt viele Gattungen, von denen aber nur die gelbe, rothe, oder braune schieferige Grauwacke, welche feinkörnig ist, sich fett anfühlt und einen lehmigen Teig im Wasser giebt, als Material zu den Cementen besonders wichtig ist. Sie kommt blos im Urschiefergebirge vor, aus welchem sie durch Verwitterung entstanden ist.

Der Lehm ist eine Erde von verschiedener Färbung, die sich weich anfühlt, im Wasser leicht auflös't, und dann einen Brei bildet, der, zu einer gewissen Festigkeit wieder ausgetrocknet, fett und zähe ist, und sich beliebig kneten läßt, ohne zu brechen. Der getrocknete Lehm wird fest, erhärtet am Feuer u. s. w.

Alle Lehmgattungen bestehen aus Kieselerde und Thon, enthalten außerdem aber oft noch Eisenoxyd, kohlensauern Kalk, Magnesia, Eisenkies und Pflanzenstoffe. Man theilt sie in vier Klassen, nämlich in die feuerfesten, welche bei der Hitze der Porzellanöfen nicht schmelzen (140° Wedgewood), die schmelzbaren, die mit Säuren aufbrausenden oder lehmigem mergel-, und die ockerhaltigen, welche durch Eisenoxyd roth oder gelb gefärbt sind.

§. 142. Die Puzzolanen, die ihren Namen von einer Stadt in der Nähe des Vesuv erhalten haben, sind ein Produkt des Feuers, welches sich in der Nähe aller Vulkane, jedoch in sehr verschiedenen Gestalten, als Staub,

oder grobkörnig, als Schlacken, Bimsstein, Tuff u. s. w. vorfindet. Ihre Farbe ist gewöhnlich braun, zuweilen aber auch gelb, grau und schwarz.

Man rechnet unter die Puzzolanen auch die pseudo-vulkanischen Produkte, die vom Brande der Steinkohlenflötze herrühren, als der Toipel, die gebrannten Sandsteine, Lehm u. s. w. Diese Stoffe scheinen bald einem sehr heftigen Feuer ausgesetzt gewesen, bald nur schwach gebrannt zu seyn, mehrere waren wiederholt im Feuer, oder haben eine langsame Verwitterung erlitten.

Die Puzzolanen bestehen wesentlich aus Kieselerde und Thon, die mit etwas Kalk, Potasche, Soda und Magnesia vermengt sind; auch magnetisches Eisen ist mechanisch beigemischt.

Die Puzzolanen werden künstlich aus Lehm, Lehmsand, Grauwacken und Thonschiefer erzeugt, wenn dieselben gehörig gebrannt werden; die Schmiedeschlacken, die Schlakken und Asche vom Brande der Steinkohlen und des Torfes, endlich zerbrochene Ziegel und Töpferwaaren geben solche ebenfalls.

Die Zubereitung geschieht durch einen mäßigen Brand, der so eingerichtet wird, daß die Luft alle glühenden Theile bestreicht. Er kann auf dreierlei Arten vor sich gehen.

Die erste und beste besteht darin, die Stoffe zu Pulver zu stampfen, und sie $\frac{1}{2}$ Zoll hoch auf eine gußeiserne Platte zu bringen, deren Gluth zwischen der Kirschrothhitze und der zum Strecken des Eisens nöthigen Hitze in der Mitte steht; man läßt sie darauf, je nach der Gattung des Staubes, zwischen 5 und 25 Minuten glühen. Sie werden mit einem eisernen Haken beständig umgerührt, damit alle Theile gleichmäßig gebrannt werden; die braunrothen, orangefarbigen und blutrothen, ockerhaltigen Lehme und Grauwackenschiefer erfordern ein heftigeres und längeres Feuer als die andern Stoffe; 20 Minuten in einer Gluth, welche der zum Strecken des Eisens nöthigen näher ist als

der Kirschrothhitze, scheinen dafür am angemessensten zu seyn. Versuche können sie aber allein für jeden besondern Stoff bestimmen.

2) Man kann auch die Stoffe sehr porös machen, und sie dann wie Ziegel, aber im höchsten Theile der Kalköfen brennen, nämlich da, wo die Hitze nicht stark genug ist, um Ziegel zu verglasen. Man erhält die Stoffe im porösen Zustande, indem man sie zur Hälfte mit Quarzsand mischt, dann in Prismen bildet, und sie gehörig austrocknen läßt. Dieses Mittel ist besonders bei festem und feuerflüssigem Lehm anwendbar, hat aber den Nachtheil, daß die Puzzolanen mit Sand versetzt werden, was man vielleicht dadurch vermeiden könnte, daß man anstatt dessen brennbare Stoffe, als Sägespäne, kleingeschnittenes Stroh u. s. w., beimischte.

3) Wenn man nicht gerade das Beste erreichen will, so begnügt man sich, die Stoffe zur Dicke einer Faust zu verkleinern, und sie dann zu brennen; ein bloßes Glühen reicht dann hin, und es braucht nicht einmal lange anzuhalten.

Die Kalköfen, welche zugleich zum Ziegelbrennen dienen, ziehen sehr viele Luft, und eignen sich daher ganz besonders zum Brennen der künstlichen Puzzolanen; auch die Flamme, welche aus den Hohöfen, worin Eisensteine geschmolzen werden, auszieht, wird benutzt werden können.

Jeder Lehm, der aus Sand und Thon besteht, sehr fein ist, und sich zart anfühlt, er mag nur wenig oder viel Eisenoxyd, wenig oder keinen kohlensauren Kalk enthalten, giebt eine sehr kräftige Puzzolane, wenn man ihn nach den zwei ersten Verfahrungsarten behandelt. Wird er aber nach dem dritten Verfahren geglüht, so giebt er eine blos kräftige Puzzolane; ein zu heftiges Feuer, wie das für das Brennen der Klinker nöthige, liefert eine nur wenig kräftige Puzzolane, oder gar einen völlig kraftlosen Stoff, wenn

wenn durch einige schmelzbare Bestandtheile ein Anfang von Verglasung entsteht.

Die obigen Bemerkungen gelten blos für die Lehme, den Lehmsand und lehmigen Grauwackenschiefer; die Thonschiefer geben aber im Allgemeinen sehr mittelmäßige Resultate, besonders der Dachschiefer.

Man rechnet mit Unrecht unter die künstlichen Puzzolane die kleingestampften alten Ziegel und Töpferwaaren, weil man gewöhnlich nur die zu schwach oder zu stark gebrannten Steine ausschießt, und also nie mit Sicherheit auf gute Resultate rechnen kann.

Die Asche der Steinkohlen und des Torfes giebt nach Umständen bisweilen eine kräftige, oft aber auch eine ganz kraftlose Puzzolane. Die Schlacken der Schmiede und Hohöfen geben gewöhnlich wenig kräftige Puzzolane.

Vicat nennt nämlich:

1) sehr kräftige Puzzolane diejenige, welche in der Festigkeit eines Thons, welcher eben zu Töpferarbeiten verwendet werden soll, zu sehr fettem Kalke gemischt, einen Mörtel giebt, welcher 1) vom 1sten zum 3ten Tage im Wasser bindet, 2) nach einem Jahre die Härte der guten Ziegeln erreicht, 3) unter der Uhrfedersäge einen trocknen Staub giebt;

2) kräftige Puzzolane diejenige, welche unter gleichen Umständen 1) vom 4ten zum 8ten Tage im Wasser bindet, 2) nach einem Jahre im Wasser die Härte sehr weicher Steine erreicht, 3) unter der Uhrfedersäge einen feuchten Staub giebt;

3) wenig kräftige Puzzolanen solche, welche 1) vom 10ten zum 20sten Tage im Wasser binden, 2) nach einem Jahre im Wasser die Härte der trocknen Seife erreichen, 3) an die Säge Teig ansetzen.

4) Endlich heißt ein Stoff kraftlos, wenn er, mit dem Kalke in dem gehörigen Verhältnisse gemischt, im Was-

ser nicht mehr erhärtet, als wenn der Kalk allein darin wäre.

Nach diesen Begriffen geht aus der Erfahrung hervor, daß:

1) die verschiedenen Sandgattungen im Allgemeinen kraftlose Stoffe,

2) der Lehmsand, Grauwackenschiefer und der Lehm gewöhnlich wenig kräftig und selten kräftig,

3) die natürlichen und künstlichen Puzzolanen entweder sehr kräftig oder nur kräftig und manchmal wenig kräftig sind.

Der äußere Charakter des Lehms, Lehmsandes und der Grauwacken giebt aber nie mit Gewißheit ihre Wirkung auf den Kalk an, sondern Erfahrungen müssen jedesmal den Baumeister in der Wahl derselben leiten. Wenn man aber darunter zu wählen hat, so werden nach sehr ausgedehnten Erfahrungen folgende Verbindungen Mörtel liefern, welche eine große Festigkeit erlangen.

1) Mörtel in Wasser, oder unter Erde und an beständig feuchten Orten.

Mit den fetten Kalkarten.	Mit den mittelmäßigen Wasserkalkarten.	Mit den Wasserkalkarten.	Mit den vorzüglichen Wasserkalkarten.
Die sehr kräftigen Puzzolanen.	Die kräftigen Puzzolanen. Die sehr kräftigen Puzzolanen, mit der Hälfte Sand oder sonstigen kraftlosen Stoffen gemischt.	Die wenig kräftigen Puzzolanen. Die kräftigen Puzzolanen, mit der Hälfte Sand gemischt. Die wenig kräftigen Lehmsande und Grauwackenschiefer.	Kraftlose Stoffe, wie Quarz- und Kalksand, Schlacken.

2) Mörtel in freier Luft, und die zugleich dem Regen, der Hitze und dem heftigen Froste widerstehen.

Kein Stoff erreicht diesen Zweck.	Kein Stoff erreicht vollständig diesen Zweck.	Jeder reine Sand, Quarzstaub, Staub aus harten Kalksteinen oder andere kraftlose Körper.	Jeder reine Sand, Quarzstaub, Staub aus harten Kalksteinen oder andere kraftlose Körper.

Jede andere Verbindung als die hier angegebenen mag ziemlich gute Resultate, aber gewiß nicht die besten geben. Jedenfalls wird die Verbindung von fettem Kalk mit irgend einem Sande das schlechteste liefern.

§. 143. Die Verhältnisse, in welchen die Materialien zur Bildung des Mörtels oder Cements, der beständig im Wasser bleiben wird, anzunehmen sind, lassen sich im Allgemeinen nicht bestimmen, sondern es bleibt das Geschäft des Baumeisters, die zweckmäßigsten Verhältnisse durch Versuche aufzufinden.

Der Lehmsand, die Grauwacken und Lehmarten scheinen am wenigsten Kalk zu bedürfen; wenn sie in trocknen Staub verwandelt sind und so gemessen werden, erfordern sie von fettem Kalke, der auf die gewöhnliche Art zu einem fetten Teige gelöscht ist, 15 bis 20 p. C., von mittelmäßigem Wasserkalke 0,20 bis 0,25, und von gutem Wasserkalke 0,25 bis 0,30.

Die kräftigen und sehr kräftigen Puzzolanen bedürfen unter den nämlichen Umständen 0,30 bis 0,50 fetten Kalk, und 0,40 bis 0,60 mittelmäßigen Wasserkalk; der Quarz oder Kalksand aber 0,50 bis 0,66 gewöhnlichen oder sehr kräftigen Wasserkalk.

Im Allgemeinen muß man bei einer Mischung von fettem Kalke und Puzzolane eher etwas zu wenig als zu viel Kalk, und umgekehrt bei der Mischung von Wasserkalk und Sand eher etwas zu viel als zu wenig Kalk anwenden. Man darf aber nicht allein die größte Härte der Mörtel und Cemente zu erreichen suchen, sondern muß außerdem ihren Gebrauch berücksichtigen, besonders bei der Anwendung der Puzzolane mit fettem Kalke. Sollen sie zur Aufführung des Mauerwerks dienen, so ist etwas mehr Kalk nöthig, weil sonst der Mörtel sich mit den Steinen nicht verbindet; werden sie aber als Beton verwendet, so müssen die genauen Verhältnisse beibehalten werden, um die größtmögliche Härte zu erlangen.

Die Natur des Kalkes und der übrigen Stoffe bestimmt die Art der Ablöschung, und zwar ergiebt die Erfahrung, daß:

1) bei Anwendung von fettem Kalke oder mittelmäßigem Wasserkalke die Ablöschung durch die Luft die besten Mörtel und Cemente jeder Art giebt, und darauf die Ablöschung durch Eintauchen folgt;

2) Wasserkalk und vorzüglicher Wasserkalk aber im Gegentheil durch die gewöhnliche Löschmethode die besten Mörtel und Cemente giebt, die Ablöschung durch Eintauchung darauf folgt, und die Ablöschung durch die Luft die schlechtesten Mörtel giebt.

Die Unterschiede in der Härte des Mörtels, welche durch die verschiedenen Löschungsmethoden entstehen, sind bei der Mischung von fettem Kalke mit kraftlosem Stoffe am stärksten, bei fettem Kalke und sehr kräftiger Puzzolane aber beinahe unmerklich. Bei den bessern Wasserkalkarten macht die Ablöschung durch das gewöhnliche Verfahren oder durch Eintauchen keinen großen Unterschied; die Ablöschung durch die Luft ist aber um so nachtheiliger, je kräftiger der Wasserkalk ist.

Unter der Zubereitung des Mörtels versteht man die Ablöschung des Kalkes und das Einmischen der übrigen Stoffe.

Den durch Eintauchung oder an der Luft gelöschten Kalk kann man ohne Schwierigkeit in einen Brei von beliebiger Festigkeit verwandeln, weil er als Staub vorhanden ist; bei dem auf die gewöhnliche Art gelöschten Kalke ist es aber nicht thunlich, wenn er gleich Anfangs mit zu vielem Wasser verschwemmt worden ist. Um sicher zu gehen, muß man daher bei dieser Ablöschung nur das eben nöthige Wasser anwenden, um den frischen Kalk in den Zustand eines festen Teiges zu verwandeln.

Bei den verschiedenen Wasserkalken ist die gewöhnliche Löschungsart etwas schwieriger, und wird am besten auf folgende Art ausgeführt:

Die gebrannten Kalksteine werden in ein wasserdichtes Becken mit der Schaufel geworfen, in welchen man sie in Lagen von 7 bis 8″ Dicke ausbreitet; das Wasser bringt man nach und nach auf, so daß es mit Leichtigkeit in die Zwischenräume der Steine durchzieht; das Aufbrausen folgt schnell, und man fährt fort, Kalk und Wasser abwechselnd aufzubringen, muß sich aber wohl hüten, den Kalk, wie die Maurer es thun, stark umzurühren, und in weichen Brei zu verwandeln, sondern man weis't nur das Wasser an die Stellen, wo er trocken aufgeht, indem man kleine Rinnen dahin zieht. Von Zeit zu Zeit stößt man einen spitzigen Stock da ein, wo zu wenig Wasser zu seyn scheint; kommt der Stock mit teigigem Kalke umgeben heraus, so ist dieser gelöscht, erhebt sich aber ein Dampf mit Staub vermischt, so ist es ein Zeichen, daß der Kalk trocken aufgegangen ist, und man macht noch andere Löcher und führt Wasser hinein.

Man löscht nur den für einen oder höchstens zwei Tage nöthigen Kalk auf einmal, weshalb man immer zwei Becken anlegen muß, deren eines gefüllt wird, wenn das andere bald leer ist. Auf diese Art hat der Kalk immer wenigstens 24 Stunden, um völlig aufzugehen, und alle sich langsamer löschenden Brocken haben Zeit, sich zu trennen.

Der Kalk ist nach 24 Stunden schon hart, so daß man ihn aufhauen, oder doch wenigstens mit einem scharfen Spaten aufstechen muß, gleichwohl bedarf es keines Zusatzes von Wasser, um ihn wieder zu Teig zu erweichen; denn wenn man ihn auch mit dem gewöhnlichen Mörtelhaken nicht einrühren kann, so braucht man ihn doch nur mit gußeisernen Platten, die hölzerne Stiele haben, zu schlagen, worauf das eingesogene Wasser wieder austritt, und ihn so weich macht, daß man den Sand einbringen kann.

Allerdings ließe sich der Mörtel viel leichter anrühren, wenn die Stoffe mit einer größern Quantität Wasser ver-

setzt würden, denn ein fester Mörtel wird wohl viermal mehr Zeit erfordern als ein anderer, welcher nach der bisherigen Art angerührt wird, und die Mehrkosten sind also beträchtlich; allein alle bisherige Erfahrungen ergeben, daß der Mörtel, welcher weich angerührt, sogleich in's Wasser versetzt wird, nur die Hälfte, ein Drittheil und manchmal nur ein Fünftheil der Kraft erreicht, welche der gehörig festgeschlagene erlangt. Diese Bearbeitung läßt sich aber mit den gewöhnlichen Geräthschaften durchaus nicht vornehmen, sondern man muß, wie gesagt, den Stampfer anwenden, und den Mörtel stark und schnell schlagen.

Auch bei der Bereitung des Betonmörtels muß das kleine Gestein, nachdem es dem Mörtel zugesetzt worden ist, mittelst des Stampfers gut beigemischt werden.

Das zweckmäßige Einbringen des Betons in die Fundamente ist eben so wichtig, als dessen Bereitung; in keinem Falle darf man ihn mit der Schaufel einwerfen, bei geringerer Tiefe, wie von 3′, kann man ihn aber doch damit bis auf den Boden führen, und dort langsam ablaufen lassen.

Die Trichter darf man auch nicht anwenden, weil die große Wassermasse, welche sie enthalten, den Beton zu sehr verdünnt.

Das beste Mittel ist, ihn in Kasten einzubringen, welche die Form einer umgekehrten, abgestumpften, vierseitigen Pyramide erhalten und nicht ganz in ihrem Schwerpunkt aufgehängt werden. Wenn sie auf den Boden kommen, leeren sie sich aus, der Beton fließt heraus und stellt sich auf die breiteste Basis. Derselbe wird in Schichten von höchstens 15″ Höhe eingegossen, und drückt, sowie eine Schicht in dem Fundamente vorrückt, einen Brei oder dichte Kalkmilch vor sich her, die stärker ist, je höher die Schichten eingebracht werden. Sie steigt zwar mit den Schichten, kann aber doch, wenn man nicht achtsam ist, in einer Dicke von 1″ zwischen zwei Schichten bleiben, was sehr nachtheilig ist, weil sie nie völlig erhärtet, und also die

Verbindung des Ganzen hindert, dessen stärkeres künftiges Setzen sie auch veranlaßt. Wenn das Fundament an einem fließenden Wasser gemacht wird, so hilft man sich dadurch, daß in der Einfassung des Fundaments eine hinlängliche Anzahl Löcher gelassen wird, durch welche sich das Wasser erneuert. Diese Löcher müssen jedoch so enge seyn, daß sich der Mörtel nicht durchdrücken kann. Im stillstehenden Wasser stellt man eine oder zwei starke Schiffspumpen an jedes Ende der Einfassung, wo die Betonschichten aufhören, und pumpt die Milch, sobald sie sich bildet, aus. Man kann sie auch, wenn die Einfassung eine Oeffnung hat, mit Besen herauskehren, aber nur in dem Falle, daß jede Schicht die Zeit hat, zu binden. Die Kalkmilch bildet sich übrigens nie in großer Masse, wenn der Beton sorgfältig eingebracht wird.

Der Beton darf in Fundamenten nicht mehr gestampft werden, was ihn verdünnte und ihm den Kalk entzöge; schon durch sein eigenes Gewicht setzt er sich hinlänglich, höchstens kann man jeden einzelnen eingesenkten Kasten Beton durch Druck, aber ohne Stoß ausbreiten.

Als Beweis der Richtigkeit dieser Vorschriften führt Vicat die Fundamentarbeiten der Brücke Karls des 10ten zu Lyon an, wo jene genau beobachtet wurden. Der Beton bestand aus einem gewöhnlichen Wasserkalke, Sand und Kieseln, und wurde kalt in ein eingefaßtes und ausgebaggertes Fundament eingesenkt. Nach 12 bis 14 Tagen konnten die Pfeiler schon auf die 6 bis 9′ hohe Betonlage aufgemauert werden, und die sehr großen Quadern wurden über dieselbe so leicht fortgeschoben, als über Felsen.

Es ist ein schädliches Vorurtheil, den Beton heiß einbringen zu wollen, weil der Kalk dann noch nicht Zeit genug gehabt hat, um sich völlig aufzulösen, dieses also noch im Wasser geschieht, wodurch er sich auswäscht. Er darf aber auch nicht, wie Belidor vorschreibt, schon etwas ausgetrocknet eingebracht werden, denn er zerbröckelt sonst,

und giebt einen Brei, der nur $\frac{1}{10}$ bis $\frac{3}{10}$ der Härte erlangt, welche er sonst erhalten hätte.

Wenn man in einer ausgeschöpften Einfassung arbeitet, so wird gewöhnlich der Beton durch Mauerwerk ersetzt, und dann verdoppelt man den künftigen Widerstand des Mörtels, indem man das Wasser erst dann in die Einfassung einläßt, wenn der Mörtel schon erhärtet ist, aber die weiße Farbe, welche die Austrocknung anzeigt, noch nicht angenommen hat. Diejenigen Kalksteine, welche mehr als 27 bis 30 p. C. Lehm enthalten, geben gewöhnlich durch den Brand keinen Kalk, sondern einen natürlichen Cement, welchen man wie den Gips gebrauchen kann, indem man ihn zu Pulver stößt und mit Wasser anrührt. Einige dieser Cemente binden im Wasser erst nach einigen Tagen, andere erhärten aber nach einer Viertelstunde. Da, wo eine sehr schnelle Erhärtung nöthig ist, sind sie allerdings nützlich; in den gewöhnlichen Fällen leisten sie aber bei weitem nicht so viel als die guten Wassermörtel und Cemente, weil sie mit den Steinen nur wenig binden, und die verschiedenen Theile des Mauerwerks also nicht in völligen Zusammenhang gebracht werden können.

Der sogenannte römische Cement, der jetzt häufig in England gebraucht wird, ist ein solcher natürlicher Cement, und besteht aus einem Kalke, welcher mit 0,31 ockerhaltigem Lehme und einigen Hunderttheilen kohlensaurer Magnesia und Braunstein verbunden ist. Auch in Frankreich und Rußland hat man solche Kalkarten gefunden.

Zu denjenigen Mörteln, welche beständig der Luft ausgesetzt sind, und also dem Regen, der Hitze und heftigem Froste widerstehen müssen, kann, wie oben schon bemerkt ist, nur reiner Quarz-, Granit- oder Kalksand und guter oder sehr kräftiger Wasserkalk verwendet werden. Hier wird aber doch auch die Mischung von Sand und fettem Kalke abgehandelt werden, um Vergleiche über die Resultate zu geben.

Die alte Meinung, daß der Grubensand dem Flußsande, der rauhe dem runden und glatten, eine Farbe desselben der andern vorzuziehen sey, und namentlich kein gelber Sand angewendet werden solle, beruht auf Vorurtheilen; denn jeder reine Sand, der nicht zu grobkörnig und hart genug ist, giebt mit Wasserkalk vortrefflichen Mörtel, während keiner mit fettem Kalk etwas Gutes liefert.

Unter grobem Sand versteht Vicat denjenigen, dessen Körner $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Linien dick sind, unter feinem aber den von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Linien Dicke. Staub nennt er die Körper von der nämlichen Gattung, deren dickste Theile nicht über $\frac{1}{10}$ Linie dick sind. Hiernach stehen hinsichtlich der Güte des Mörtels diese Stoffe in folgenden Reihen:

Für gute und vorzügliche Wasserkalke: 1) der feine, 2) der aus feinem und grobem gemischte Sand, 3) der grobe Sand.

Für mittelmäßige Wasserkalke: 1) der gemischte Sand, 2) der feine, 3) der grobe Sand.

Für fetten Kalk: 1) der grobe, 2) der gemischte, 3) der feine Sand.

Der Unterschied in der Härte des Mörtels, je nachdem man groben oder feinen Sand anwendet, geht bei fettem Kalk nicht über $\frac{1}{5}$, erreicht aber $\frac{1}{3}$ bei dem Wasserkalk.

Wenn der Sand so fein wird, daß er bloßen Staub giebt, so bildet er mit dem Wasserkalke noch vortrefflichen Mörtel, besonders wenn er von festen Kalksteinen, wie Marmor, herrührt; aber der Mörtel wird immer ohne alle Festigkeit bleiben, sobald Schlamm oder Lehmtheile beigemischt sind.

Die Erfahrung kann zwar für jede besondere Sand- und Kalkart allein entscheiden, in welchem Verhältnisse sie zusammengesetzt werden müssen, um den besten Mörtel zu geben, indessen haben sich aus den bisherigen Versuchen folgende Mittelzahlen herausgestellt:

Die Festigkeit des Mörtels, welcher mit fettem Kalk,

der auf die gewöhnliche Art gelöscht ist, gebildet wird, nimmt zu von 50 bis 240 Theilen Sand auf 100 Theile Kalk, in festem Teige gemessen, und nimmt von da an ab.

Wenn der fette Kalk durch Eintauchung oder an der Luft gelöscht ist, so geht die Zunahme von 50 bis 220 Theilen. Bei Wasserkalk, der auf die gewöhnliche Art gelöscht ist, nimmt die Festigkeit von 0 bis zu 180 Theilen zu.

Ist derselbe an der Luft oder durch Eintauchung gelöscht, so nimmt sie von 0 bis 170 Theilen Sand zu.

Die Art der Ablöschung des Kalkes hat auf die Härte der Mörtel, welche der Luft ausgesetzt sind, zwar keinen so starken Einfluß als bei denen, welche unter Wasser zu liegen kommen, allein der Unterschied kann doch immer noch bis zum Doppelten gehen. Auch hier ist die Reihefolge für die Güte der Mörtel ebenso, wie für die Mörtel unter Wasser, für gute und vorzügliche Wasserkalke: 1) die gewöhnliche Ablöschung, 2) die Löschung durch Eintauchung, 3) die Ablöschung an der Luft, und umgekehrt für den fetten oder mittelmäßigen Wasserkalk.

Die alte Meinung, daß es vortheilhaft sey, den Mörtel, welcher in der Luft verwendet wird, lange durchzuarbeiten, ist nur für den fetten Kalk wahr, der bei einem sehr langen Umrühren $\frac{1}{10}$ Festigkeit mehr erlangen kann, bei dem Wasserkalke ist das lange Umrühren aber nachtheilig. Der Teig, welchen der Mörtel vor der Verwendung bildet, muß eben so steif seyn, als wenn er unter Wasser gebraucht würde, und er wird um $\frac{4}{10}$ weniger hart, wenn er so weich, als ihn die Maurer gewöhnlich anrühren, verwendet wird.

Der Mörtel muß immer unter einem Dache angerührt werden, um ihn gegen das zu schnelle Austrocknen bei großer Hitze, und gegen die Beimischung des Regenwassers zu schützen. Während des Regenwetters ist auch die Ablöschung durch Eintauchung der gewöhnlichen Ablöschung bei

dem Wasserkalke vorzuziehen, weil der Sand dann ohnehin genug Feuchtigkeit enthält. — Im Sommer muß im Gegentheil, wenn der Sand brennend heiß ist, etwas Wasser, aber mit der größten Vorsicht, zugesetzt werden, weil der Mörtel durch etwas zu viel Wasser sehr leicht verwässert wird.

Fester Mörtel wird sich mit trocknen und wassereinsaugenden Steinen nicht verbinden, man muß daher letztere immer feucht und mit Wasser getränkt erhalten, so wie überhaupt das ganze Geheimniß der guten Bearbeitung und Verwendung des Mörtels in den paar Worten liegt: fester Mörtel und feuchte Steine.

Die Hände der Maurer würden bei dem Gebrauche der Materialien in solchem Zustande leicht wund werden, wenn sie sich nicht einigemal des Tages mit Theer einrieben. Die dünne Schicht, welche auf der Haut hängen bleibt, sichert die Hände so gut wie ein undurchdringlicher Handschuh.

Jeder Mörtel wird zu Staub, wenn man ihn nach der Verwendung zu schnell austrocknen läßt, und eine solche Austrocknung ist um so nachtheiliger, je besser der angewendete Wasserkalk ist: die Mörtel können dadurch $\frac{4}{5}$ der Stärke verlieren, die sie durch eine langsame Austrocknung erlangt hätten. Man muß daher, wenn in der heißen Jahreszeit gebaut wird, das Mauerwerk oft begießen, damit der Mörtel nicht weiß werde, und also das zu seiner Erhärtung nöthige Wasser verliere.

Wenn man die Verhältnisse der Bestandtheile des Mörtels genau gewählt und das richtige Ablöschungsverfahren angewendet hat, so wird man auf folgenden Widerstand der ein Jahr alten Mörtel, welche dem Wetter ausgesetzt sind, auf den Quadratzoll rechnen können:

vorzüglicher Wasserkalk	180	Pfund,
gewöhnlicher Wasserkalk	150	"
mittelmäßiger Wasserkalk	100	"

fetter Kalk . . . . . 45 Pfund,
schlechter Mörtel, wie die Maurer gewöhnlich bereiten . . . . . 10 „

Also wäre der Widerstand des besten Mörtels 18 mal größer als der des gewöhnlichen. Wenn man aber bemerkt, daß der härteste Granit auf den Quadratzoll 1100 Pfd., und der weichste Kalkstein, der sich eben noch behauen läßt, 300 Pfd. trägt, so ergiebt sich, daß man die Behauptung einiger Schriftsteller, es ließen sich mit Kalk und Sand künstliche Steine, so hart wie Kiesel, bilden, nicht buchstäblich nehmen darf.

Diejenigen Cemente, welche in einer immer feuchten Erde zu liegen kommen, werden hinsichtlich der Verhältnisse der Ablöschung und Zubereitung eben so behandelt, wie die in's Wasser verwendeten Cemente, die Mörtel hingegen eben so, wie die der Witterung ausgesetzten Mörtel, und es gelten nur folgende Ausnahmen:

Der Quarz- und Kalkstaub giebt unter diesen Umständen keinen guten Mörtel mit gewöhnlichem und vorzüglichem Wasserkalk, besonders wenn der Staub von weichen Kalksteinen herrührt.

Die Unterschiede in der Härte der Mörtel nach der verschiedenen Ablöschungsart halten zwar die nämliche Reihenfolge wie bei den Mörteln, die der Luft ausgesetzt sind, aber in einem stärkeren Verhältnisse.

Die Härte des Mörtels von fettem Kalk, der an der Luft gelöscht ist, und Sand, ist die stärkste, und bleibt sich ungefähr gleich, zwischen 50 bis 200 Theilen Sand auf 100 Theile Kalkteig.

Bei dem Wassermörtel, er mag nun auf jede der drei Arten gelöscht seyn, wächst die Härte von 0 bis 90 Theilen Sand auf 100 Theile Kalk, und bleibt sich dann bis zu 240 Theilen gleich.

§. 144. Die Absteckung der Futtermauern geschieht mittelst eines Schnurgerüstes. Man stellt Stangen, oder,

bei größern Höhen, welche zur Stellung der Mauern Gerüste erfordern, Standbäume auf, an welchen die zur Bezeichnung der Profile nöthigen Latten festgenagelt werden. Die gerade Flucht wird durch die von Profil zu Profil gespannten Schnüre angegeben. In Straßenkrümmungen werden die Latten-Profile so nahe gesetzt, daß man die dazwischen liegenden Theile der Mauer nach einer geraden Linie ausführen kann. Um eine Brücke abzustecken, wird vor Allem die Straßenlinie und Axe der Brücke mittelst starker Pfähle bezeichnet, dann die Länge der Widerlager und Flügel- oder Stirnmauern abgepfählt, und ihre Form ebenfalls da, wo nicht lothrechtes Mauerwerk vorkommt, mittelst der Profillatten dargestellt. Die Höhe der einzelnen Theile, als: der Absatz des Fundaments, Anfang und Schluß des Gewölbes, der obere Rand desselben, und die Brustmauern, werden nach einem festen Punkte des Nivellements auf einem in der Nähe der Brücke einzuschlagenden Pfahle mittelst Sägeschnitten angegeben, und von da aus an die Brücke selbst, so wie sich das Mauerwerk erhebt, mittelst der Wasserwage übergetragen.

Bei dem Auftragen der Höhen am Pfahle vermeidet man alle Absteckungsfehler, wenn man sie vorläufig nach den einzelnen Maaßen, und dann die gesammte Höhe nach dem Projekte ebenfalls auf den Pfahl trägt, und den Unterschied verhältnißmäßig auf jedes einzelne Maaß vertheilt. Die nämliche Kontrolle wendet man bei dem Abstecken der einzelnen horizontalen Maaße an.

§. 145. Zum trockenen Mauerwerke müssen die besten Steine und besonders mit sehr großen Köpfen, welche bei dünnem Mauerwerke theilweise durch die ganze Dicke, und bei stärkerm wenigstens bis über die Hälfte als Binder reichen, verwendet werden. Auf ein gutes Lager ist auch ganz besonders zu sehen, und die Steine, welche kein solches haben, müssen zugehauen werden. Sie werden in gutem Verbande und in gleich hohen Schichten, so daß

die äußern Fugen möglichst horizontale Linien bilden, gesetzt, und die Fugen mit Steinsplittern ausgekeilt. Diese Schichten werden, um der Mauer mehr Widerstand gegen den Erddruck zu geben, nicht wagerecht, sondern senkrecht auf die äußere Böschungslinie aufgeführt, und auch das Fundament in dieser Neigung angelegt. Die Aufführung der trocknen Mauern mit stehenden Steinen erfordert, wie schon §. 59. 4) gesagt wurde, große Platten, die so gesetzt werden, daß die Fugen in einer beinahe vertikalen Ebene liegen, im horizontalen Sinne darf aber keine Fuge durchlaufen; alle Lücken sind mit tief in's Werk greifenden Splittern auszukeilen.

Wenn eine solche Mauer ein Ufer verkleidet, also den Stößen der Eisschollen oder Holzstämme zu widerstehen hat, so wird eine genaue Spannung des Mauerwerks dadurch hervorgebracht, daß man alle Fugen mit senkrecht stehenden Steinen auskeilt, und nach Beendigung des Mauerwerks die Außenseite mit einem 40 bis 50 Pfd. schweren hölzernen Hammer einschlägt.

Die obere Fläche der trockenen Mauern wird mit einem Kamm oder einer Rollschicht in Kalkmörtel von 1′ bis 15″ Höhe versehen, wozu man die dicksten Steine, welche die Höhe des Kamms als Länge, und die schönsten Köpfe haben, aussucht.

Es trägt zur Befestigung dieser Art von Mauern sehr bei, wenn sie berappt werden. Der Mörtel wird mit voller Kelle in die Fugen eingeworfen, und diese demnächst mit Steinsplittern fest ausgekeilt. Man dehnt das Berappen nur dann auf die Köpfe der Steine aus, wenn diese sehr weich sind. Trockne Mauern setzt man auch in Moos, welches anwächst, und dadurch die Steine etwas besser mit einander verbindet.

In der Absicht, dem Mauerwerke mehr Gewicht zu geben und die Reibung im Innern zu vermehren, füllt man mitunter die Zwischenräume der Steine mit Erde

aus. Da diese sich aber durch Näsſe, Frost und Trockenheit beständig ausdehnt oder zusammenzieht, so hat die Mauer keinen festen Stand, und wird binnem Kurzem baufällig. Es darf daher, wenn man ein Füllungsmaterial gebrauchen will, nur reiner Sand angewendet werden.

§. 146. Das Mauerwerk in Kalkmörtel wird ebenfalls in gehörigem Verbande aufgeschichtet; jedoch ist wegen der Bindekraft des Mörtels kein so weites Uebergreifen des Verbandes nöthig, als bei dem trocknen Mauerwerk. Es ist wesentlich, das Mauerwerk in ungefähr horizontalen Schichten in die Höhe zu führen, und es trägt zu seinem guten Aussehen sehr bei, wenn die äußern wagerechten Fugen schnurgerade sind. Man hat bei dem Aufmauern darauf zu sehen, daß die Fugen nicht voll mit Mörtel ausgeworfen werden, der durch sein Schwinden bei dem Austrocknen immer ungleiche Senkungen veursacht, sondern daß die Steine auf ein dünnes Mörtelbett gelegt und festgeschlagen, und in jede Fuge zwischen den Mörtel Steinsplitter eingekeilt werden, damit alles voll, aber so wenig Mörtel als möglich im Werke sey.

Wenn auch das Bauwerk nicht von der Art ist, daß man auf ein sehr schönes Aeußere zu halten hat, wozu die Köpfe der Steine behauen oder doch bossirt werden, so sieht man wenigstens darauf, daß diese ziemlich glatt sind, und läßt sie daher mit dem Spitzhammer aus dem Rauhen zuhauen.

Diejenigen Theile, deren Aeußeres Beschädigungen ausgesetzt ist, werden mit einer Rollschicht, wie die trocknen Mauern, verkleidet.

Ueber Gründung dieser Mauern, wenn sie als Ufermauern dienen, ist Einiges in §. 59. gesagt.

Die Gewölbe werden bekanntlich auf Lehrbogen, welche oberhalb verschaalt werden, ausgeführt. Lehrbogen von 3 bis 12′ Weite lassen sich füglich von verdoppelten einzölligen Brettern machen, bei größern werden verschiedene

und

und zwar gewöhnlich aus Dreiecken gebildete Holzverbindungen angewendet, welche zwischen den Widerlagern eine oder mehrere Stützen haben, oder Sprengwerke, wenn die Schifffahrt auf Flüssen oder zu erwartende Fluthen bei Bergwässern nicht erlauben, Stützpunkte im Bette selbst anzunehmen. Ueber letztere kann man Perronet's Werke nachsehen.

Die Lehrbogen der ersten Art kann man bis zu 36′ Weite füglich leichter, als es gewöhnlich geschieht, mit einfachen Holzverbindungen wie in Fig. 85. 86 und 87. construiren, und die Lehre dadurch bilden, daß man in den äußern Umfang gerissenes Abfallholz anschlägt, dieses nach der Lehre abschneidet, und darauf bei geringen Weiten gewöhnliches Faßreifholz, bei größeren aber etwas stärkeres Reifholz, welches glatt abgehobelt wird, aufnagelt, und darauf die Verschaalung bis zu 15′ von 1zölligen und weiter bis 36′ von $1\frac{1}{2}$ bis 2zölligen Brettern leicht aufnagelt, oder bei flachen Bogen frei auflegt. Die einzelnen Bogen werden bei größern Brücken, und bei denen, welche über reißende Gewässer führen, mit Andreaskreuzen von 2- bis 3zölligen Bohlen verbunden. Bei kleinen reicht das Aufnageln der Verschaalung hin, um sie unter einander zu befestigen.

Unter den Schwellen der Lehrbogen größerer Brücken werden doppelte Keile angebracht, welche zum spätern Lüften der Bogen dienen.

Um die Lehrbogen für schiefe Brücken nach der Perronetschen Methode aufzuführen, konstruirt man auf der Richtung CD des Straßenrandes (Fig. 88.) eine Ellipse DFC, welche die Linie CD zur großen Axe und den Halbmesser GH des Kreises zur halben kleinern Axe hat, führt durch diese halbe Ellipse ein gerades Tonnengewölbe, dessen Axe also FEI ist; ferner durch den Durchschnittspunkt K des Widerlagers und der Flügelmauer die Linie KL, welche mit DC und AB gleiche Winkel macht, zieht durch den

Durchschnittspunkt I von FE und KL die Linie GI und mit dieser Linie als Axe führt man ein schiefes Tonnengewölbe, welches den Halbkreis AHB zur Basis hat.

Die Tonnengewölbe auf CFD werden sich auf KL nach einer halben Ellipse KML schneiden, welche im Werke aber nur nach der Linie KEN erscheint, dann schneiden sie die Widerlager nach zwei Bogen der Ellipsen, welche auf der andern Seite durch B''N' und D''N' vorgestellt sind.

Es ist zu bemerken, daß der Bogen EK nicht ganz zur einen Ellipse gehört, weil die Linie AP die vertikale Ebene KML in P schneidet, und man daher den Bogen etwas weiter her, allenfalls von Q aus nach K, aus freier Hand führen muß.

Man stellt nunmehr in A'B', K'O', C'D' die nach dem Kreise AHB, dem Bogen KMN und der halben Ellipse CFD konstruirten Lehrbogen, ferner auf B'D' den Lehrbogen B''N'D'', und setzt, weil die Entfernung B'O' und O'D'' zu groß ist, als daß die Schaalbretter sich frei tragen könnten, die Zwischenbogen RS, K'T, auf deren Konstruktion sich unmittelbar aus den Bogen A'B', C'D' ergiebt, und verschaalt dann, wie es die gezogenen Parallelen angeben.

Zum Wölben von Bogen über 30', welche mit Bruchsteinen gebaut werden sollen, sind die längsten Steine mit guten Köpfen und möglichst ebenen Lagerfugen unentbehrlich. An Sandsteinen läßt man die Lagerfugen nach dem Mittelpunkte zulaufend bossiren, andere Bruchsteine werden aber, wie sie der Bruch giebt, und nur etwas zugespitzt verwendet.

Zu Gewölben muß der Mörtel noch trockener angerührt und mehr gestampft werden, als zu anderem Mauerwerke, damit sie sich nach dem Ausheben der Lehrbogen weniger setzen, und späterhin eine größere Festigkeit erlangen.

Um die senkrechte Richtung, in welcher die Lagerfugen auf den Lehrbogen stehen müssen, mit einiger Genauigkeit beizubehalten, wendet man eine Lehre wie in Fig. 91. an, deren Bogen auf die Verschaalung gesetzt wird, wobei dann die darauf senkrechte Linie die Lage der Fugen angiebt. Bei bossirten Sandsteinen wird man, um diese Richtung beizubehalten, wenig Nacharbeit haben; bei lagerhaften Bruchsteinen mit parallelen Flächen kann aber, wenn sie sich nicht zuspitzen lassen, das Zulaufen nach dem Mittelpunkte nur durch lange Steinsplitter hervorgebracht werden, und dann ist es nothwendig, die Fugen möglichst mit diesen auszusetzen, damit weniger Mörtel, der das Setzen sehr vermehrt, dazukomme. Um letzteres noch mehr zu vermindern, läßt man jeden vermauerten Stein mit einem hölzernen Hammer von 30 bis 35 Pfd. fest auf das Lager klopfen, so daß aller überflüssige Mörtel herausfließt, und der in den Fugen bleibende sehr verdichtet wird.

Daß das Gewölbe nicht in gleicher Dicke aufgeführt, und der obere Theil also nicht mit wagerechten Schichten gemauert wird, sondern die Fugen nach der Richtung des Halbmessers bis zum äußern Segmente zu führen sind, wie in Fig. 58. und auf dem 7ten Blatte, ist schon früher bemerkt worden.

Vierzehn Tage bis drei Wochen, nachdem das Gewölbe geschlossen worden, wenn der Mörtel zwar schon einige Festigkeit erlangt hat, aber noch nicht ganz erhärtet ist, nimmt man die Lehrbogen heraus. Bei größeren Gewölben werden jedoch einige Tage vorher die Keile unter den Schwellen der Bogen etwas ausgetrieben, damit das Gewölbe nach und nach seine Senkung nehme. Erst nachdem letzteres vollständig geschehen, werden die Stirn- und Brustmauern aufgeführt.

§. 147. Zur Sicherung der Fugen an den Theilen der Widerlagen, welche beständig vom Wasser berührt werden, ist es nothwendig, sie mit Steinkitt auszustreichen,

der im Wasser erhärtet, und in folgenden Verhältnissen zusammengesetzt wird:

gelöschter Kalk . . .	11	Pfund,
Ziegelmehl	6	"
Glas	$\frac{3}{4}$	"
Feilspähne	$1\frac{1}{4}$	"
Leinöl	5	"
zusammen	24	Pfund.

Der Kalk muß ganz verfallen seyn, weil Kalkbrocken, die sich im Kitt noch auflösen, diesen unbrauchbar machen; auch der Kalk und das Ziegelmehl müssen ganz trocken seyn, und vorher durchgesiebt werden. Man mischt Kalk, Feilspähne, Ziegel- und Glasmehl, und setzt genug Leinöl zu, damit die Mischung nicht staube, bringt sie in einen Mörser, worin man sie zu einem Teige stößt, und nach und nach alles Oel zusetzt. Wenn die Masse völlig gemischt ist, legt man sie auf eine große Reibeplatte, und schlägt sie darauf während eines ganzen Tags mit einem dazu eingerichteten Eisen, bis sich das Ganze innig verbunden hat. Wenn man den Kitt nicht sogleich verwenden kann, so ballt man ihn zusammen, schlägt ein nasses Tuch darum, und verwahrt ihn an einem kühlen Orte.

Zum Gebrauche trocknet man die Fugen völlig ab, reinigt sie von allem Staube, tränkt sie mit Leinöl, und streicht den Kitt mit einem Streichholze fest ein; er braucht zum Erhärten 8 bis 10 Tage. Zeigen sich Anfangs Risse, so werden sie wieder mit Oel getränkt, und mit dem Streichholz fest zugedrückt. Diese Arbeit darf nur bei warmer, trokkener Witterung geschehen, denn der Frost beschädigt den noch nicht ganz erhärteten Kitt.

Der römische Cement, von dessen Güte bei der Erbauung des Londoner Tunnels viel gesprochen wurde, dürfte als Kitt schwerlich mit großem Nutzen anzuwenden seyn, wenigstens geht aus den in Berlin damit gemachten Ver-

suchen nicht hervor, daß er einem gewöhnlich guten Traßmörtel vorzuziehen wäre *).

Viertes Kapitel.

Vorrichtungen zum Schutze und zur Bequemlichkeit der Reisenden.

§. 148. Diejenigen Stellen der Straßen, welche hohe Böschungen nach der Thalseite haben, müssen der öffentlichen Sicherheit wegen mit Schutzmitteln versehen werden, und dieses kann auf verschiedene Arten geschehen. — Wenn die Straße mit einer Futtermauer eingefaßt ist, so setzt man, wie an den Brücken, eine Brustmauer darauf. Sind die Werkstücke wohlfeil, so belegt man sie mit Deckplatten, sonst aber bloß mit einer Rollschicht. An beiden Enden wird die Rollschicht mit langen Werkstückplatten geschlossen. An gewölbten Straßen läßt man zum Abzuge des Wassers von 2 zu 2 Ruthen Oeffnungen in der Brustmauer, mit Abzugsröhren, welche das Wasser bis über den Fuß der Futtermauer abführen, um diese nicht zu beschädigen.

Besteht die Böschung aus fruchtbarer Erde, so ist es am einfachsten, den Straßenrand mit einer dreifachen Reihe Weißdorn oder Hainbuchen, die der Breite nach 1′ und in der Länge 8″ von einander stehen, und nach etlichen Jahren eine dichte Hecke geben, zu bepflanzen; oder man besetzt ihn mit einer Reihe Pappeln, die 6′ von einander zu stehen kommen.

Böschungen, welche zu steinig sind, um Pflanzen fortkommen zu lassen, deckt man, wenn, wie oft in Steigen, Erde überflüssig ist, durch 2′ hohe und an der Krone 1′ breite Erddämme, unter denen man bei einer gewölbten

---

*) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen. 1829. Seite 123.

Straße von 2 zu 2 Ruthen entweder kleine Kanäle anbringt, oder sie mit offenen Durchzügen unterbricht.

§. 149. Die obigen Schutzmittel lassen sich aber oft nicht anbringen, und alsdann werden Geländer errichtet, welche außerdem den Vortheil haben, daß sie den freien Luftzug am wenigsten hemmen. Sie bestehen entweder aus hölzernen Pfosten und Lehnen, oder aus Pfeilern von Werkstücken und hölzernen Lehnen, oder endlich aus Pfeilern von Werkstücken und eisernen Lehnen.

Zu Geländern, welche jeder Witterung ausgesetzt sind, sollte nur Eichenholz gebraucht werden, und zwar das härteste, ohne Aeste, und von Stämmen genommen, welche noch nicht im Rückgange sind.

Wenn man das Holz selbst fällen läßt, und dies zeitig genug geschieht, so vermehrt man dessen Härte sehr, indem man im Frühjahre den ganzen Umring des Stammendes anhauen, und es auf dem Stamm absterben läßt. Im Spätjahre werden die Bäume sodann gefällt, und der Splint wird bei diesem Verfahren beinahe die nämliche Härte wie das gewöhnliche Holz erlangt haben. Das Holz wird sodann nach Erforderniß geschnitten, unter einem Dache aufgestapelt, damit es langsam austrockne, und erst im nächsten Sommer aufgeschlagen.

Hölzerne Geländer erhalten gewöhnlich die Form wie in Fig. 90. Der Theil der Pfosten in der Erde bleibt rund, wird äußerlich verkohlt, und, um ihnen eine ganz feste Stellung zu geben, mit Steinen trocken ummauert, oder die Futtererde wenigstens fest eingestampft.

Die Zapfenlöcher müssen in den Lehnen etwas weiter als nöthig gebohrt werden, weil sonst durch das Zusammenziehen des Holzes bei dem Austrocknen die Enden der Lehnen rissen. Da die Verbindung auf dem Pfosten am leichtesten fault, so bedeckt man sie mit starkem Eisenbleche, welches aber mit langen Nägeln angeschlagen werden muß, um es gegen den Raub zu sichern.

Für Geländer mit steinernen Pfeilern und hölzernen Lehnen halte ich die Form wie in Fig. 89. für die zweckmäßigste. Die Lehnen werden auf den Ständern mittelst eingegossener Bolzen befestigt, auf welche nach dem Legen die Mutter aufgeschraubt und verkittet wird. Die Oeffnung der Lehne zu den Bolzenlöchern muß wie bei den ganz hölzernen Geländern, wegen des Zusammenziehens des Holzes bei dem Austrocknen und im Forste, ebenfalls weiter seyn, als es die Dicke der Bolzen sonst erforderte. Die Holzfugen läßt man offen, weil die Lehnen sich doch später so viel werfen, daß sich die Fugen öffnen, und es besser ist, sie durch Luftzug gegen Fäulniß zu bewahren.

In der Nähe der Städte streicht man die Geländerhölzer mit Oelfarbe an, aber bloß, um ihnen ein gutes Ansehen zu geben, und nicht der Dauer wegen, weil die Erneuerung des Oelfarbenanstrichs, die alle 8 bis 10 Jahre erfolgen muß, mehr kostet, als durch die etwas längere Dauer des Holzes erspart wird. Bei dem Theeren derselben wird auch nichts gewonnen, denn es muß alle 2 bis 3 Jahre geschehen, und kostet also wenigstens eben soviel als der länger dauernde Oelfarbenanstrich. Es ist also besser, das Holz sehr sauber zu hobeln, und es ohne Anstrich zu lassen. Sollte man dessenungeachtet das Holz lieber theeren, so muß es mit Bergtheer geschehen, welcher viel länger dauert als der leicht verdünstende vegetabilische Theer.

Abweiser oder sogenannte Prellsteine sind als Schutzmittel nicht anwendbar, weil sie den Zweck nicht vollständig erfüllen, besonders aber, weil Fußgänger und Fuhrwerke bei Nacht leicht dawider stoßen und sich beschädigen.

§. 150. Zu den Baumreihen längs der Straße wählt man in Gegenden, welche dem Obstbau günstig sind, nur Fruchtbäume; Nuß-, Birn- und Kirschbäume sind vorzuziehen, Aepfelsorten, welche ihre Aeste nicht wagerecht ausbreiten, aber auch anwendbar.

Wenn die anliegenden Grundstücke nicht stark beschattet werden dürfen, z. B. Weinberge, und dennoch Baumreihen gesetzt werden sollen, wählt man Pfirsich-, Aprikosen- und Mandelbäume, die aber allerdings ein sehr mildes Klima erfordern.

In rauhen Gegenden, wo die Obstbäume nicht fortkommen, setzt man unfruchtbare Bäume, als Ahorn, Eichen, Linden, Ulmen und Eschen, die wenigstens ein gutes Nutzholz geben. Aus dem Dickicht eines Waldes dürfen solche Setzlinge aber nicht genommen werden, weil sie im Freien nicht fortkommen. Feuchte Stellen werden mit Silberpappeln, Erlen und Kopfweiden besetzt.

Die italienische Pappel ist der Umgebung durch den starken Schatten, den sie wirft, sehr nachtheilig, daher man sie nur an nicht kultivirten Stellen pflanzen sollte.

Ueber den Vortheil und Nachtheil der Baumreihen *), über die Frage: ob es besser sey, sie auf den Straßenrand, oder abwärts in die Felder zu setzen, ist viel gesagt worden; wenn man aber annimmt, daß die Bäume nicht über die Hälfte der Fußwege reichen dürfen, so bestimmt sich ihre Stellung durch die von der Lokalität und der Baumgattung bedingte Breite der Krone. Man wird also in kalten unfruchtbaren Gegenden, deren Bäume großen Reisern ähnlich sind, diese allerdings auf den Straßenrand setzen können; in warmen Ländern aber, wo die Bäume Kronen von 40—50′ Durchmesser haben, wird es nöthig seyn, sie 12 bis 15′ vom äußern Grabenrande zu pflanzen. Ueber die Ausführung der Pflanzungen kann man v. Pechmann Seite 126. und Arndt Seite 144. nachlesen.

---

*) In Frankreich, wo man sie als nachtheilig für die Straßen ansieht, ist der Vorschlag gemacht worden, sie nach und nach abzuschaffen, und nur in besondern Lokalitäten den Eigenthümern zu gestatten, Bäume in die Nähe der Straßen zu pflanzen.

§. 151. Zur Bequemlichkeit der Reisenden dienen folgende Vorrichtungen:

1) Brunnen und Tränken. In Gebirgen und in hügeligem Terrain werden nahe Quellen gefangen, und als Laufbrunnen an die Straße geführt, an welchen man Tröge zum Tränken des Viehes anbringt. In der Ebene legt man Ziehbrunnen mit Tränktrögen an.

2) Wegeweiser an der Einmündung größerer Gemeinde- und Verbindungswege, welche die Entfernung der nächsten Dörfer und Städte angeben.

3) Ruhen, worauf die Fußgänger ihre Lasten setzen, um dabei ausruhen zu können; besonders in längeren Steigen sind sie sehr nützlich.

4) Meilenzeiger, vom Anfangspunke der Straßen an zählend, mit ihren Unterabtheilungen in halbe und Viertelmeilen, welche die Entfernung der nächsten Städte, Poststationen und Dörfer angeben.

5) Schirmdächer in öden Gegenden, zum Schutz der Reisenden gegen den Regen.

Bei diesen Anlagen wird so wenig Holz als nur möglich, sondern Werkstücke, und wo diese fehlen, Gußeisen angewendet. Kleinliche, geschmacklose Verzierungen nehmen sich nirgends schlechter aus, als in einer großartigen Umgebung, daher man nur einfache Formen, deren Verhältnisse aber richtig und dadurch schön sind, anwenden darf.

§. 152. Die Entschädigungen, welche Privaten und Gemeinden für die zur Anlegung der Straßen wegzunehmenden Grundstücke zu zahlen sind, werden gewöhnlich durch vereidete Taxatoren abgeschätzt, welchen die Grundrisse und Vermessungsregister mitgetheilt werden. In letzterem ist darauf zu rechnen, daß noch eine Breite von 2′ außer dem Rande der Böschungen und Dämme angekauft wird, welche künftig von den Eigenthümern nicht mehr bebaut werden darf.

Um die Taxatoren in Stand zu setzen, die Abschätzungen mit völliger Sachkenntniß vorzunehmen, ist es nöthig, die neuesten Versteigerungen oder Kaufkontrakte zu sammeln, um ihnen die Resultate mittheilen zu können. Noch gewissere Anhaltspunkte wird man dem Ermessen der Taxatoren geben können, wenn ein Steuerkataster vorhanden ist, worin die Grundstücke nach ihrer Güte bereits klassificirt sind. Man zieht aus diesem den Reinertrag derjenigen Grundstücke aus, deren Kaufpreise man gesammelt hat, und berechnet danach den Kapitalwerth für 1 Rthlr. Katastral-Reinertrag. Da nun in dem Kataster der Reinertrag der verschiedenen Klassen jeder Kulturart angegeben ist, so läßt sich daraus der Kapitalwerth aller Kulturarten berechnen.

Die Arbeit der Taxatoren beschränkt sich also darauf, die Parcellen aufzufinden, auf welche ausnahmsweise die ermittelten Preise nicht anwendbar sind, und solche Abweichungen mit Gründen zu belegen.

Die Bäume, welche auf den Grundstücken stehen, das Mauerwerk u. s. w. werden besonders abgeschätzt, und dafür im Taxations-Protokolle, welches tabellarisch abgefaßt wird, einige Spalten mehr angenommen.

Fünftes Kapitel.

Herstellung verdorbener Straßen.

Die Herstellung hat den Zweck, die Straßen in den Zustand einer neugebauten zu bringen. Alles, was oben von der Richtung, völligen Entwässerung, den schwachen Gefällen, der Wölbung und Breite der einzelnen Straßentheile gesagt ist, wird also auch bei der Herstellung alter Straßen beobachtet; daher Strecken, welche wegen zu niedriger Lage, starker Steigung und vieler Krümmungen nicht gründlich in Stand zu setzen sind, umgebaut werden müssen.

Die Aufstellung des Projekts über die Herstellung einer ganz verdorbenen Straße, deren Fuß- und Sommerwege

verfallen, deren Gräben zugeflößt, und deren Steinweg in völliger Unordnung ist, erfordert die Aufnahme des Grundrisses und der Längen- und Querprofile, wie zu einem Neubau. Um beurtheilen zu können, in wiefern die Versteinung beibehalten, oder welche Qualität und Gattung von Material zur Umlegung aus der alten Steinbahn gewonnen werden könne, wird diese von 20 zu 20 Ruthen, oder wenn ihr Zustand weniger wechselt, auf größere Entfernungen, 2 bis 3′ lang und auf die ganze Breite aufgegraben, und der Befund in die Querprofile eingezeichnet. Besonders genau wird die Lage der Randsteine, wenn solche vorhanden sind, aufgenommen, weil sie als einzige Festpunkte die beste Auskunft über die Lage der Straße bei ihrer Erbauung, und die anzuuehmende Höhe des Planums bei der Herstellung geben.

§. 154. Oft sind sonst gut gebaute Steinbahnen durch Aufschüttung von zu vielem Materiale und durch unvollständiges Abkratzen des Kothes in Unstand gerathen. Diese können, ohne sie aufzubrechen, dadurch wieder hergestellt werden, daß man sich, wenn, wie es gewöhnlich der Fall ist, die Wölbung zu stark geworden, durch Aufgrabung der ganzen Breite der Fahrbahn von Strecke zu Strecke, wie im vorigen §. von der Bauart der Straße versichert, danach das Querprofil festsetzt, und den darüber liegenden Theil abträgt. Das gewonnene Material wird mit starken eisernen Rechen vom Koth gereinigt, und zur künftigen Unterhaltung auf dem Fußwege aufgesetzt; dann läßt man die Straße, ohne weitere Beschüttung, befahren, den Koth mit 5 bis 6 Pfund schweren und 15″ breiten eisernen Kratzen (Krücken) fortwährend abziehen, und nur die Anfangs sich bildenden Gleise mit reinem Materiale ausfüllen.

Setzt man dieses Kothkratzen während eines Winters fort, so wird im nächsten schon viel weniger Koth aus der Bahn gedrückt, und keine Gleise mehr, sondern nur noch

Spuren eingefahren werden. Den Koth räumt man dann mit 3 bis $3\frac{1}{2}$ Pfd. schweren und 9″ breiten Kratzen weg, und füllt die Spuren mit Material aus. Im dritten Winter wird die Fahrbahn hinlänglich von Koth befreit seyn, um durch Aufbringung einer starken Decke reinen Materials derselben das angenommene Profil geben zu können.

Auf diese Art werden beinah unfahrbare Steinbahnen mit nicht merklich größern Kosten, als dem Arbeitslohne der gewöhnlichen Unterhaltung, in so guten Stand, wie vorschriftsmäßig gebaute, gebracht.

§. 155. Steinbahnen, welche nach Fig. 27. mit einer Grundlage von großen Steinen gebaut sind, lassen sich nicht durch Auftragen einer Decke von dünnem Gesteine herstellen, sondern sie müssen aufgebrochen, das Material zerschlagen, und dann die Bahn von neuem angelegt werden. Auf andern regelmäßig gebauten Bahnen, deren obere Decke aus Mangel an Unterhaltung weggefahren ist, und deren zweite Lage uneben zu Tage liegt, hebt man die hervorragenden dicken Steine aus, zerschlägt und bringt sie wieder ein, worauf sie mit einer Ueberschüttung gedeckt werden. Das Zerschlagen solcher dicken Steine in der Bahn selbst ist zweckwidrig, weil sie dort nicht zertrümmert, sondern bloß die Köpfe zu Staub geschlagen werden.

Ist die Zerstörung der Bahn aber schon so weit gediehen, daß die Steine der beiden untern Schichten unter einander, oder zum Theil in den Grund gefahren sind, so wird die ganze Bahn ausgebrochen und von neuem gelegt. Ganz aufbrechen muß man auch Fahrbahnen, die mit unreinem Kiese gebaut sind, und deren Steine in einer Masse Koth liegen, den man durch das Abziehen nach dem vorigen §. nicht herausbringen kann.

Löcher, die sich bis in die untere Schicht eingefahren haben, füllt man mit Gestein von der nämlichen Dicke aus, welches die Schichten enthalten, und rammt diese fest. An feuchten Stellen sind gewöhnlich mehrere, nur durch dünne

Wände getrennte Löcher ausgefahren. Die Wände werden weggebrochen, und die Bahn im Ganzen wieder angelegt. Sind solche Stellen quellig, so bringt man Siekerkanäle (§. 95.) an.

Sehr verdorbene Strecken darf man nicht durch kleine Reparaturen zu verbessern suchen, denn das dazu verwendete Geld ist größtentheils als verloren zu betrachten, sondern man muß sie gründlich herstellen, und wenn die Geldmittel nicht erlauben, es in einem Jahre zu thun, so mag es in mehreren Jahren geschehen.

§. 156. Die Erdarbeiten werden, ebenso wie bei dem Neubau, in die Querprofile verzeichnet; aber nur dann, wenn die Fahrbahn ganz aufgebrochen, und also die Straße beinahe neu gebaut wird, läßt sich ihr Längenprofil ändern, und dann wird der Auf- und Abtrag nach §. 106. in die Querprofile eingezeichnet.

Wenn die Fahrbahn liegen bleibt, so geben die Randsteine die anzunehmende Höhe der Fußwege und Gräben an; sind keine Randsteine vorhanden, so werden die Profile der Seitenwege nach der mittlern Höhe der Fahrbahn eingezeichnet.

Die Berechnung der Erdarbeiten geschieht nur in dem Falle nach §. 111. oder 112., wenn sie beträchtlich sind, z. B. wenn die Steinbahn umgelegt wird, oder die Fußwege und Gräben andere Dimensionen als bei der ersten Anlage erhalten. Meistens bestehen sie aber mehr aus einem bloßen Planiren, und dann überschlägt man sie nach §. 114.

Sechstes Kapitel.

Unterhaltung der Straßen.

§. 157. Die Fuhrwerke halten sich gewöhnlich in der Mitte der Straße, so daß die Deichsel der Wagen, oder die Scheerenpferde der Karren sich nicht über 1′ oder 18″ von

der Mittellinie entfernen, und diese Richtung nur bei dem Ausweichen verlassen werden. Nur in der Nähe größerer Städte, wo das Fuhrwerk sich beständig ausweichen muß, und auf schlechten, mit Gleisen durchfurchten Straßen, auf welchen sich Jeder die am wenigsten schlechten Stellen aussucht, wird so ziemlich die ganze Breite der Steinbahn befahren.

Hieraus folgen zwei verschiedene Arten von Abnutzungen der Fahrbahn, nämlich:

1) bilden sich, 2 bis 3′ von der Mitte, durch den beständigen Druck der Räder $1\frac{1}{2}$ bis 2′ breite Spuren, welche bei festen Steinbahnen ganz flach sind, auf schlechten Straßen aber zu mehr oder weniger tiefem Gleise werden;

2) wird die ganze übrige Bahn ungefähr gleichförmig abgenutzt. Die Unterhaltung mit den Steinmaterialien muß also auf diese beiden Abnutzungsarten gerichtet seyn.

§. 158. Zu den Unterhaltungsmaterialien werden die nämlichen Gesteinarten verwendet, und diese eben so behandelt, als zur Ueberschüttung der Straßen bei den Neubauten.

Die Frage, ob ein in der Nähe sich vorfindendes Material einem entfernteren, aber festern vorzuziehen sey, entscheidet sich durch vergleichende Versuche, indem zwei Straßenstrecken von gleicher Lage mit den beiden Materialien unterhalten werden, und man wählt dasjenige Gestein, bei welchem sich die geringsten Unterhaltungskosten ergeben. Wenn die beiden Gesteinarten unter der nämlichen Form vorkommen, z. B. in Stücken von ungefähr gleicher Größe brechen, so ist diejenige vorzuziehen, bei welcher der Quotient der Kosten des Förderns des Transports und der Verwendung durch die Kosten des Kleinschlagens der kleinste ist (s. §. 14. des Anhangs und §. 67. des Textes). Die Dicke, zu welcher das Material zu zerschlagen ist, hängt von dessen Härte ab. Sehr festes Gestein, als harter Basalt, Grünstein, einige Grauwacken und Granitarten, erhalten eine Größe von 1″, weniger harte, als gewöhn-

licher Basalt, fester Kalk, Grauwacken, werden auf $1\frac{1}{2}''$, ein weicheres Gestein, als Thonschiefer, Sandstein, Flötzkalk, u. s. w., die man nur anwendet, wenn man kein besseres finden kann, aber auf 2″ Dicke zerschlagen, so daß die Steine also höchstens 1, $3\frac{1}{2}$ und 8 Kubikzoll enthalten. Eine größere Dicke als 2″ ist in jedem Falle nachtheilig, weil die mit dickem Gestein beschütteten Straßenflächen uneben werden, und die Räder dann durch heftige Stöße mehr verderben, als durch die Dicke des Materials gewonnen werden kann. Dünner darf das weiche Gestein aber auch nicht seyn, weil sich durch das Kleinschlagen eine Menge Risse bilden, die das schnelle Zertrümmern eines zu kleinen Steines nach sich ziehen.

Es ist auch bei dem festen Gestein von keinem Vortheil, es kleiner als 1 und $1\frac{1}{2}''$ zu zerschlagen, weil jeder Haufen, der auf eine solche Dicke zubereitet wird, immer $\frac{9}{10}$ Steine enthält, welche kleiner sind, und auch die 1- und $1\frac{1}{2}$zölligen Steine der meisten Gattungen bei dem nächsten Froste durch die bei dem Verkleinern entstandenen Risse zu viel kleinern Stücken verwittern.

Es giebt mehrere Mittel, die Größe der zerschlagenen Steine zu messen. Mac Adam will sie wiegen, und bestimmt 6 Unzen als das Gewicht der größten; er wird aber schwerlich Nachahmer seiner Wage finden. Andere sammeln die größten Steine aus den Haufen, und bestimmen, daß nur eine gewisse Zahl eingeschütteter Stücke in ein Hohlmaaß gehe; z. B. wenn die Steine $1\frac{1}{2}$zöllig seyn sollen, 50 Stücke in einen Kasten von $\frac{1}{3}$ Kubikfuß. Ich halte aber das Messen mit viereckigen Ringen, welche im Lichten 1, $1\frac{1}{2}$ und 2″ Seite haben, für das zweckmäßigste. Man sucht die dicksten Steine jedes Haufens aus, mißt sie, und wenn sie zu groß sind, wird der Haufen noch einmal durchgeschlagen. Man läßt noch häufig die rohen Steine auf die Straße auffahren, dort zur Abnahme aufsetzen, und dann verkleinern. Dieses Verfahren hat fol-

gende Nachtheile: 1) bei dem Aufsetzen der Haufen können mehrere, nicht leicht zu entdeckende Unterschleife getrieben werden, so daß sie 5 bis 10 p. C. weniger als nach der Vorschrift enthalten; 2) die bei dem Verkleinern auf der Straße wegspringenden Steinsplitter beschädigen leicht Vorüberkommende, und machen, auf der Bahn liegen bleibend, diese unsauber; und endlich 3) läßt sich das geschlagene Gestein dort nicht so sauber zusammenziehen, daß nicht Staub und Koth daran hängen blieben, wodurch die Haufen unrein werden. Es ist daher besser, sie in den Gruben selbst oder in deren Nähe kleinschlagen zu lassen, und zwar nicht auf Haufen, wo auf den lose liegenden Stein nicht die volle Kraft wirkt, und durch die Schläge ohne Noth andere schon verkleinerte Steine noch mehr zertrümmert werden, sondern sie werden auf schwere Steine gelegt, geklopft, und dann auf den Haufen geworfen.

Solche Haufen dürfen nie ganz verladen werden, sondern es bleibt die Unterlage liegen, in welcher sich die kleinen Splitter sammeln, und worauf von neuem verkleinertes Gestein geworfen wird. Am Schlusse der Arbeit wird aus dieser untern Lage alles gute Gestein mit dem Rechen herausgezogen.

Das Material wird auf die Straße gefahren, in die Meßkasten geschüttet, und in längliche Haufen, nicht breiter als 3 und 2′ vom Straßenrande, aufgesetzt. Alles auf die Seite gefallene Material darf ebenfalls nur mit Rechen beigezogen werden. Unreine Haufen werden auf Rechnung des Lieferanten noch einmal durchgezogen. In dem besondern Falle, daß die Ladungsfähigkeit der Fuhren der Größe der Haufen gleich ist, erspart man die Kosten des Messens der letztern, indem man jene aicht.

Nur dann, wenn so vieles Material erforderlich ist, daß man es auf dem einen Fußwege nicht unterbringen kann, wird es auch zum Theil auf den andern gesetzt, in

der

der Regel muß aber der eine für die Fußgänger ganz frei bleiben.

Wenn obiges Verfahren genau beobachtet wird, so beschränkt sich die Abnahme darauf, sich zu versichern, daß das Material hinlänglich klein geschlagen, daß es rein sey, und die Haufen das vorgeschriebene Maaß haben, wovon man sich durch Nachmessen des 20sten oder 30sten Haufens überzeugt, und, wo kleinere Haufen vorkommen, diese vorzugsweise mißt und als das durchschnittliche Maaß der nicht gemessenen Haufen in Anrechnung bringt.

Die Größe der Haufen hängt von der Quantität des angefahrenen Materials ab. Wird nur weniges angefahren, und kommen also die Haufen weit von einander, so macht man sie von 8 bis 12 K.F., bei mehrerem Materiale von 16 bis 18 K.F., bei sehr vielem von 24 bis 32 K.F. Letzteres wird gewöhnlich in Haufen von 4′ Breite aufgesetzt.

Die Meßkasten werden nach diesen Kubik-Inhalten angefertigt, und es ist vortheilhaft, ihnen eine ziemliche Höhe zu geben, weil sich darin das eingeschüttete Material besser zusammen drückt; also wären z. B. für 16 K.F. die lichten Maaße des Kastens 4′ Länge, 2′ Breite und 2′ Höhe.

§. 159. Die nach §. 157. sich bildenden Spuren werden, wenn sie hinlänglich tief sind, um das Unterhaltungs-Material von der gewöhnlichen Dicke aufzunehmen, mit diesem ausgefüllt; sind sie aber ganz flach, oder kommen kleine Senkungen vor, in denen Wasser stehen bleibt, so zieht man aus den Vorrathshaufen mit dem Rechen, dessen Zähne auf die gewöhnliche Dicke des Materials gestellt sind, dieses heraus, und verwendet das zurückbleibende Dünnere zur Ausfüllung.

Zum Ausfüllen der von den Vorrathshaufen etwas entfernten Spuren wendet man den Tragkorb oder Wanne, ähnlich der Getreideschwinge, aber aus einzölligen Brettern

zusammengesetzt, und nicht die Schaufel an, weil das Material durch das Werfen mit der Schaufel auf größere Weite verstreut wird, also zum Theil verloren geht, und eine unsaubere Straßenfläche macht. Man trägt in der Wanne 5 bis 6 Schaufeln Material, und verbreitet es durch schwaches Schütteln in die Spuren, indem der vordere Theil der Wanne ein wenig gesenkt wird. Die Spuren in der Nähe der Haufen legt der Arbeiter, der die Wannen füllt, mit der Schaufel zu. Sind die Haufen sehr weit entfernt, so wird das Material mit dem Schubkarren herbeigefahren.

Da das Fuhrwerk die ausgelegten Spuren meidet, und nur bei dem Ausweichen darüber geht, so erfordert ihr Zusammen- oder sogenanntes Beihalten nur wenige Arbeit.

§. 160. Eine Steinbahn darf nur dann im Ganzen überschüttet werden, wenn die Abnutzung schon 2″ beträgt. Aufschüttungen von geringerer Höhe verbinden sich nicht leicht mit der untern festen Decke, und das neue Material wird größtentheis schon durch das Festfahren, also ohne Nutzen zertrümmert. Ob die Abnutzung schon auf 2″ Höhe gediehen sey, entdeckt man durch Anlegen der Lehre.

§. 161. Zum Zulegen der Spuren ist der ganze Winter, so lange es nicht friert, günstig, jedoch muß abgewartet werden, daß die Straße durch die Herbstregen schon völlig angefeuchtet ist. Die Zeit der ganzen Beschüttung hängt von dem Klima ab. Ist der Vorwinter kurz, und dann Frost ohne Schnee gewöhnlich, der Nachwinter aber lang und feucht, so wird sie erst nach dem Froste vorgenommen. Fällt in der Regel viel Schnee, oder wenn der Vorwinter länger dauert, also der Nachwinter kurz ist, so wird sie vor dem Froste aufgebracht; in jedem Falle muß aber die Bahn vor dem Vertheilen schon völlig angefeuchtet seyn.

Der Zwischenraum ganzer Beschüttungen hängt von der Zeit, in welcher die Decke um 2″ Höhe abgenutzt wird,

und also von der Lage und Frequenz der Straße und von der Härte des Materials ab. Sehr frequente Straßen mit wenigem Gefälle und schwachem Luftzuge, die mit weichem Materiale unterhalten werden, erfordern, besonders in sehr nassen Wintern, jährlich zwei Beschüttungen, andere nur eine, ziemlich frequente Straßen von hartem Material nur alle drei Jahre eine; endlich wenig frequente Straßen sind alle 5 bis 6 Jahre nur einmal zu decken. Wenn die Beschüttungen nicht jedes Jahr nöthig sind, so werden sie jährlich nur auf einem Theil der ganzen Straßenlänge gemacht, damit die Ausgabe für Materialien bei ungefähr gleicher Einnahme sich auch gleich bleibe, besonders aber um dem Publikum nicht die Unannehmlichkeit zu verursachen, auf der ganzen Straße beschwerlich fort zu kommen.

Da sich das Fuhrwerk gewöhnlich auf einer einzigen Breite der ganzen Beschüttungen hält, so bilden sich bald Spuren, die mit der Schaufel oder dem Kopfe des Rechens, aber nicht mit den Zähnen desselben aus den auf die Seite gedrückten Materialien wieder ausgefüllt werden. Dieses Zulegen oder Beihalten der Spuren muß mit aller Sorgfalt so lange fortgesetzt werden, bis die Decke ganz festgefahren ist. Auf frequenten Straßen ist diese Arbeit so bedeutend, daß ein Arbeiter nicht über 300 Ruthen Straße besorgen kann.

§. 162. Die Straßen würden begreiflicher Weise bald in Unstand gerathen, wenn man vor dem Vertheilen, sowohl zum Zulegen der Spuren als zur ganzen Beschüttung, nicht allen Koth wegkratzen ließe. Dieses geschieht mit den schon in §. 154. erwähnten, 9″ breiten Kratzen. Das erste Abkratzen nimmt man vor, sobald die Straße von dem Herbstregen völlig angefeuchtet worden, so daß aller Koth lose ist, das zweite, ehe die Spuren zugelegt werden, und wenn keine ganze Beschüttung erfolgt, wird je nach der Nässe des Winters und der Härte des Materials bis zum Frühjahr noch 2- bis 4mal Koth gekratzt. Auch

vor der ganzen Beschüttung ist zweimal zu kratzen. Der Abraum wird zwischen die Materialienhaufen gezogen, wenn dort so viel Raum ist, daß er von den Steinen entfernt liegt, damit der eine Fußweg ganz frei bleibe. Später wird der ausgetrocknete Koth zur Erhöhung ausgetretener Fuß- und Sommerwege benutzt, oder, wenn er nicht zu viele Sandtheile enthält, auf die anstoßenden, nicht besäeten Felder geworfen; wenn dieses aber nicht statt finden kann, weggefahren.

Auf Straßen, die mit sehr hartem Materiale unterhalten werden, oder sehr frei liegen, und also einer starken Abstäubung durch heftige Winde ausgesetzt sind, kommt das Abkratzen nicht so häufig vor; hier ist es bisweilen vortheilhaft, den Koth nicht vollständig abzuziehen, sondern noch eine dünne Schicht zurück zu lassen, worin das neue Material sich besser bindet. Arndt bemerkt sogar, (Seite 237.), daß man mitunter genöthigt sey, in steilen Steigen zuerst eine dünne Lage Lehm aufzubringen, ehe man das Material vertheilt. Das Ableiten, oder, wie die Wegewärter sagen, das Abschlagen des Wassers von der Fahrbahn durch einzuhauende Rinnen ist auf nicht festen Straßen von Nutzen, aber auf guter Steinbahn ganz unnöthig, weil dort das Wasser durch Zulegen der Vertiefungen von selbst verdrängt wird.

§. **163.** Während des Sommers wird es bisweilen auf sehr frequenten Straßen mit wenig Luftzug und bei anhaltender Nässe nöthig seyn, die Spuren mit Material zuzulegen; aber häufiger hat man bei langer Trockenheit den Staub abzuziehen, der sich viel leichter als der Koth bei nassem Wetter wegnehmen läßt.

In der Regel wird das während des Sommers aufgebrachte Material nicht festgefahren, sondern ohne Nutzen für die Straße und mit Beschwerde des Fuhrwerks zertrümmert, daher man in dieser Jahrszeit alle Verwendung von Material möglichst vermeidet. Die Rollsteine,

die sich bei dem Vertheilen nicht eingefahren haben, oder durch die Hufe der Pferde ausgerissen wurden, sind im Anfange des Sommers wegzuräumen.

§. 164. Der jährliche Materialienbedarf ist nach den Lokalverhältnissen so sehr verschieden, daß sich gar nichts Bestimmtes darüber sagen läßt. Auf wenig frequenten und mit gutem Material unterhaltenen Straßen ist er auf die laufende Ruthe nur von 1 bis 2 K.F., während er bei sehr frequenten und mit weichem Material unterhaltenen Straßen manchmal bis gegen 70 K.F. beträgt. Durchschnittlich kann man 5 bis 6 K.F. auf die laufende Ruthe rechnen *).

§. 165. Der Schnee, welcher eine Straße auf mehr als 6″ Höhe bedeckt, erschwert die Communication ungemein, und muß daher weggeschafft werden. Dieses geschieht entweder durch Wegschaufeln, oder mit dem Schneepfluge (Schneeräumer, Schemerl 2ter Band Seite 56.), der, nach der Tiefe des Schnees, mit 30 bis 80 Centner beschwert und mit 10 bis 30 Pferden oder Ochsen bespannt, Tag und Nacht durch geht, und in 24 Stunden 3 bis 5 Meilen Bahn macht.

Verschneite Hohlwege lassen sich nur mit der Schaufel räumen. Besser ist es noch, die Fuhrwerke über die anliegenden höheren Felder zu führen, und zu diesem Behufe regelmäßige Abfahrten an den beiden Enden der Hohlwege zu unterhalten.

---

*) Der Begriff der größern oder geringern Frequenz ist zu unbestimmt, daher ich hier bemerke, daß ich unter sehr wenig frequenten Straßen diejenigen verstehe, welche täglich von 10 und weniger Einspännern zu 15 Centner Ladung befahren werden,

wenig frequente mit 20 Einspännern,
ziemlich — — 40 —
frequente — 60 —
sehr — — 100 und mehr.

Die übrigen Fuhrwerke werden nämlich auf Einspänner reducirt.

Tiefe Löcher, die in der Schneebahn durch abwechselndes Frost- und Thauwetter entstehen, füllt man nicht mit Schnee aus, sondern gräbt nebenbei ein eben so tiefes Gleis aus, so daß die Fuhren nicht der Gefahr des Umstürzens ausgesetzt sind. Ebenso verfährt man in den Steigen, wenn die Hemmschuhe tiefe Gleise in den Schnee gerissen haben.

Auf ebenen Straßen schadet das Glatteis nicht viel, weil man durch Schärfen der Eisen dem Zugvieh einen eben so festen Gang als sonst geben kann; die steilen Steigen macht es aber unfahrbar, weil der herabfahrende Wagen seitswärts gleitet, also das Aufhalten der Pferde nichts nützet. Solche Stellen werden entweder mit Sand, den man zu diesem Zwecke auf dem Fußwege vorräthig hält, beschüttet, oder mit Stachelwalzen (Schemerl, 3ter Band, Seite 60.) aufgeritzt und rauh gemacht.

§. 166. Die Fuß- und Sommerwege sollen immer völlig eben, und in ihrem profilmäßigen Gefälle nach dem Straßenrande hin erhalten werden. Die darauf entstehenden Vertiefungen füllt man am besten mit dem nicht zu fetten Straßenabraume aus. Da namentlich die Fußwege auch zu jeder Jahrszeit fest und trocken seyn müssen, so beschüttet man kothige Stellen mit Sand, oder besser mit den dünnsten Steinsplittern der Materialienhaufen, welche zur Steinbahn unbrauchbar sind, und daher herausgezogen werden.

Die Fußwege, deren Unterlage aus einem bei nasser Witterung sich erweichenden Thone besteht, werden leicht ausgetreten, so daß die Straßenböschung sich auswärts drückt, und die Oberfläche des Fußwegs sich vertieft. Man muß daher von Zeit zu Zeit die Böschung wieder abstecken, und die Vertiefungen mit besserer Erde ausfüllen. Durch den Schlamm, welchen das Regenwasser von der Fahrbahn abschwemmt, bildet sich am Straßenrande ein vorstehender Rasenrücken, der den Abzug des Wassers von

den Fußwegen hemmt, und diese kothig macht. Das Abhauen desselben erfordert zu viel Zeit, daher man dazu lieber die Stechschaufel anwendet. Sie hat einen gekrümmten Stiel, wie gewöhnlich, ist aber wie ein Spaten platt und die Schneide gerade; am Oehre ist eine Leine befestigt. Ein Arbeiter setzt sie in den Rasen ein, und ein zweiter zieht sie mit der Leine ruckweise vorwärts, so daß die Narbe in langen Abschnitten abgehoben wird. Zwei Arbeiter können mit diesem Werkzeuge täglich 120 bis 160 Sch. R. Rasenrand abheben. Die Rasenstreifen, die sich auf weniger betretenen Fußwegen am Rande der Steinbahn bilden, pflügt man mit einem leichten Pfluge vor dem Reifen des Grassaamens zu 5 bis 6″ Tiefe auf, zieht alle Wurzeln heraus, füllt die Vertiefung wieder aus, und stampft die Oberfläche fest. Dieses Auspflügen nimmt man nur im Zwischenraume von einigen Jahren vor, wenn sich der Streifen schon merklich erhöht hat.

Die Gräben legen sich durch den von der Straße und den anliegenden Feldern durch Regenwasser mitgebrachten Schlamm, welcher im Rasen hängen bleibt, nach und nach zu, und müssen, sobald ihre Tiefe um 6″ abgenommen hat, wieder aufgeräumt werden. Das Abstecken dieser Reparaturen erfordert weniger Mühe, wenn man schon bei der ersten Anlage der Straße auf die Grabensohle von 5 zu 5 Ruthen Kopfsteine versenkt hat. In Steigen, deren Gräben mit Rasen verkleidet werden mußten, wird dieser regelmäßig ausgestochen, und nach der Vertiefung wieder gelegt.

§. 167. Um bei den Unterhaltungsarbeiten weniger Nachmessungen machen zu müssen, ist es gut, sich viele feste Punkte zu verschaffen, weshalb man die Straßen auf Strecken von 20 oder 25 Rthn. abpfählt, oder noch besser absteint, und diese Steine mit fortlaufenden Nummern versieht.

§. 168. Die Bahnen, welche auf die ganze Straßenbreite gepflastert sind, erfordern keine so beständige Un-

terhaltung, wie andere Straßen. Bald nach ihrer Umlegung zeigen sich, besonders an aufgeschütteten Stellen, ungleiche Senkungen einzelner Steine; diese werden aufgehoben, das Bett etwas erhöht, und die Steine von neuem eingesetzt.

Nur Pflaster, die mit regelmäßig behauenen Steinen gebaut sind, lassen sich auch später durch Aufbrechen und Wiedereinsetzen einzelner gesenkter Steine repariren, und dieses ist die wohlfeilste Art, sie zu unterhalten. Sind die Steine aber unregelmäßig, so fällt es schwer, einen einzelnen wieder mit völligem Schlusse zu setzen, und man muß die nächsten Steine mit aufbrechen, um das Ganze gehörig zu verbinden.

In engen Straßen fahren sich gewöhnlich zwei Geleise ein, zu deren Herstellung der ganze Zwischenraum aufzubrechen und mit einer Steinlage (§. 74.) zu versehen ist.

Ueberhaupt ist bei dem Umsetzen alter Pflasterungen darauf zu halten, daß die Gefälle des Längenprofils regulirt und die Pflastersteine möglichst zugerichtet werden; die unförmlichen verwendet man zur Unterhaltung der nahen Versteinungen.

§. 169. Die folgende Tabelle giebt die Jahrszeit an, in welcher die verschiedenen Unterhaltungsarbeiten zu machen sind.

Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septbr.	Oktober.	Novbr.	December.
(— Zubereitung und Beifuhr des Unterhaltungs-Materials —)											
(— Staub-Abziehen —)											
(— Abschlämmen —)									(— Abschlämmen —)		
(— Schneeräumen —)										(Schneeräumen)	
(— Zulegen der Spuren —)									(— Zulegen der Spuren —)		
(— Ganze Beschüttung —)										(Ganze Beschüttung)	
		(— Wegschaffen des Koths —)									
			(— Ebnen der Fuß- und Sommerwege —)								
			(— Wegraffen der Rollsteine —)								
			(— Ausheben der Gräben —)								
			(Ausheben der Brükken und Kanäle)					(Ausheben der Brükken und Kanäle)			
			(— Pflaster-Reparaturen —)								
			(— Mauer-Reparaturen —)								

Es ist kaum nöthig, zu bemerken, daß die obigen Arbeitszeiten nur im Durchschnitte gelten, und jede Arbeit während der ihr günstigen Witterung gemacht wird.

Siebentes Kapitel.

Anfertigung der Kostenanschläge.

§. 170. Kostenanschläge haben den Zweck, dem Bauherrn den Betrag des auszuführenden Baues nachzuweisen, so wie auch in Fällen, wo keine besondere Baubeschreibung gemacht wird, manche Einzelheiten näher zu beschreiben. Ihre Haupterfordernisse sind Vollständigkeit und richtige Preissätze.

Sie werden vollständig, wenn 1) die verschiedenen Arten von Arbeiten, und alle Ausgaben, die bei dem Baue vorkommen, in den Anschlag eingetragen werden. Diese ergeben sich ohne Schwierigkeit aus dem Zwecke des Baus und dem darüber aufgestellten Entwurfe, also z. B. bei Neubauten aus dem Grundrisse, den Längen- und Querprofilen und den Detailzeichnungen;

2) wenn alle Theile einer jeden Art von Arbeit in den Anschlag aufgenommen werden. Um hier mit Ordnung zu verfahren, geht man den Grundriß jedes einzelnen Bauwerkes in einer bestimmten Richtung, also allenfalls von der Linken zur Rechten, durch, betrachtet zuerst die untere Lage, greift die Maaße aller Theile ab, und geht dann zu der darauf folgenden obern über; so werden z. B. von dem Mauerwerke eines Kanals zuerst die sämmtlichen Fundamente, dann die Befestigung des Wasserlaufs, die Widerlagen, die Flügelmauern, und endlich die Stirn- und Brustmauern abgegriffen und in den Anschlag eingeschrieben.

§. 171. In denjenigen Gegenden, in welchen Bauten schon seit geraumer Zeit im Gange sind, haben sich die Preise jeder einzelnen Gattung von Arbeiten durch Ver-

steigerungen und Gedinge schon festgestellt, so daß man sie bei der Anfertigung der Anschläge, unter Berücksichtigung allenfalsiger besonderer Umstände, mit Sicherheit anwenden kann. Da, wo Bauten zum erstenmale eingeleitet werden sollen, ist es hingegen nothwendig, über die Tagelöhne und gewöhnlichen Preise der Materialien sorgfältige Erkundigungen einzuziehen, und über die Arbeiten, die bei Privatbauten nicht vorkommen, ausgedehnte Versuche anzustellen. Die Resultate werden zu einer Auseinandersetzung der Preise benutzt, wovon ich hier einige Beispiele angebe.

Preis der Schachtruthe steiniger Erde auf 1 Wechsel gebracht.

Ein Taglöhner zu 10 Sgr. gräbt täglich $1\frac{1}{3}$ Sch.Rth. auf, mithin pro Sch.Rth.	7	Sgr.	6 Pf.
1 desgl. ladet täglich $2\frac{2}{3}$ Sch.Rth., also jede Sch.Rth.	3	"	9 "
1 desgl. verfährt auf einen Wechsel von 8 Rth. Länge täglich $3\frac{1}{3}$ Sch.Rth., also jede Sch.Rth.	3	"	— "
Hauen der Böschungen, Planiren und Stampfen	—	"	9 "
Für Geschirr	1	"	— "
Summa	16	Sgr.	

Preis der Sch.Rth. fester Thonschiefer zum Mauerwerke, jeder Stein wenigstens 4″ dick und 15″ lang und breit, mit Ausschluß des Transports.

2 Steinbrecher zu 11 Sgr. brechen täglich 1 Sch.Rth. Fels, welcher aber nur $\frac{5}{1\frac{1}{2}}$ Sch.Rth. brauchbare Steine giebt, also jede Sch.Rth.	26	Sgr.	5 Pf.
Aufladen wie bei den Erdarbeiten . .	3	"	9 "
Abraum	4	"	— "
Reinhalten des Bruches	3	"	— "
Für Geschirr und Pulver	5	"	10 "
Summa	1	Rthlr.	13 Sgr.

Preis der Sch. Rth. Quarz zur Straßenunterhaltung, auf eine Dicke von $1\frac{1}{2}''$ zerschlagen, ohne Transport.

1 Knabe zu 6 Sgr. sammelt täglich $\frac{1}{2}$ Schachtruthe auf den Feldern liegende Quarzblöcke, mithin pro Schachtruthe	—	Rthlr.	12	Sgr. — Pf.
1 Tagelöhner zu 11 Sgr. schlägt täglich $1\frac{1}{4}$ Sch. Rth. Quarzblöcke zur Dicke von 3'' .	—	"	8	" 10 "
1 Knabe zu 6 Sgr. verkleinert täglich 20 K. F. 3''gen Quarz auf eine Dicke von $1\frac{1}{2}''$, mithin pro Sch. Rth.	1	"	13	" 2 "
Aufladen	—	"	3	" 9 "
Aufsetzen der Haufen auf die Fußwege	—	"	1	" — "
Für Geschirr	—	"	6	" 3 "
Summa	2	Rthlr.	15	Sgr.

Die Preise der Land- und Wassertransporte werden entweder nach dem Verhältnisse der Länge des Transports mit Einschluß der Zeit zum Auf- und Abladen, zu der Länge, welche in einem ganzen Tage durchfahren wird, oder nach der Zahl der täglichen Fahrten berechnet. Letzteres ist namentlich bei Transporten über 500 Ruthen Entfernung zweckmäßiger, bei kürzeren aber unnöthig.

Aus dem Resultate der Auseinandersetzung der Preise und den bekannten Preisen anderer Arbeiten wird die Preistabelle gebildet, wovon sich ein Beispiel unter Nr. 1. der Beilagen findet.

§. 172. Ueber Aufstellung der Anschläge habe ich in den Beilagen Nr. 2. 3. 4. und 5. einige Beispiele gegeben, die keineswegs als Muster dienen sollen, aber nicht ohne Werth sind, weil sie durch eine lange Erfahrung vollständig erprobt sind.

Außer der Unannehmlichkeit, unter seiner Leitung schlechte Arbeit ausgeführt zu sehen, giebt es keine grö-

ßere, als mit den Unternehmern über die Ausführung der Bauten in Streitigkeiten zu gerathen, und dieses vermeidet man dadurch, daß den abzuschließenden Verträgen vollständige Bedingungen zum Grunde gelegt werden.

Sie bestehen aus allgemeinen Vorschriften, die bei jeder Versteigerung gelten, und aus besondern für jeden einzelnen Bau oder Lieferung zu entwerfenden Bedingungen.

In den Anlagen Nr. 6. 7. 8. und 9. theile ich solche Bedingungen mit, welche seit geraumer Zeit ohne Schwierigkeiten von Seiten der Unternehmer bei den Ausführungen benutzt werden.

Achtes Kapitel.

Verschiedene Arten der Ausführung der Straßenarbeiten.

§. 173. Alle Bauten, deren gute Ausführung sich nach ihrer Beendigung durch das äußere Ansehen beurtheilen läßt, können und sollen im Verdinge, durch öffentliche Versteigerungen, die übrigen aber müssen im Tagelohn ausgeführt werden. Aus diesem Grundsatze läßt sich die Art der Ausführung jeder Gattung von Arbeiten leicht herleiten.

§. 174. Die Erd- und Felsenarbeiten der Neubauten sind durch eine genaue Absteckung völlig bestimmt, und wenn auch gar keine Aufsicht bei der Ausführung statt fände, so ließe sich die gemachte Arbeit durch ein Nivellement der Straßenaxe, Vergleichung der Böschungen mit den Querprofilen und der Lage der Straße mit dem Grundrisse dennoch leicht kontroliren, weniger aber das gehörige Stampfen derjenigen Theile, welche nicht auf eine andere Art befestigt werden. Die Erd- und Felsenarbeiten und das Planiren nach deren Beendigung wären also im Verdinge, das Stampfen hingegen im Tagelohn oder, wenn es auch im Verdinge geschieht, wenigstens unter genauer Aufsicht zu machen. Die Verdingung kann sich auf die ganzen Erdarbeiten in gewerbfleißigen Gegenden ausdehnen,

wo sich eine hinreichende Anzahl Unternehmer findet, um eine große Concurrenz bei öffentlichen Versteigerungen zu sichern. In diesem Falle wird die Arbeit dem Unternehmer nach den Profilen übertragen, und es findet nur noch für vorkommende Felsenmassen, deren Kubikinhalt in die Verwendungstabelle nur ungefähr aufgenommen ist, oder wenn man genöthigt seyn sollte, theilweise vom Projekte abzugehen, eine Aufnahme von Profilen statt. Die Bauführung ist also auf diese Art ungemein erleichtert.

Findet sich die nöthige Concurrenz zur Uebernahme der Arbeiten im Ganzen nicht, so wird sie theilweise an Arbeiter verdungen, welche sich unter einen Schachtmeister stellen.

Die Zahl der Arbeiter bei jedem Schachte, welcher wie Fig. 84. §. 118. abgesteckt wird, darf nicht zu klein seyn, weil dieses die Führung der Arbeit bei der Absteckung und Abnahme zu sehr vermehrt, aber auch nicht so groß, daß jeder Arbeiter nicht seine Gefährten übersehen, und sich überzeugen könnte, daß sie eben so fleißig arbeiten als er, welches das beste Mittel ist, den Einzelnen zum Fleiße anzuspornen. Nach langen Erfahrungen sind 10 bis 12 Mann auf den Schacht das beste Verhältniß. Diesen nimmt man so groß an, daß die Mannschaft ihn in 8 oder längstens 14 Tagen beendigen kann.

Das nöthige Geschirr wird dem Schachtmeister, mit Ausnahme der Schaufeln, gestellt, und auf Rechnung der Schachtarbeiter reparirt. Verlorne oder muthwillig beschädigte Stücke aber werden demselben nach dem Ankaufspreise bei der Zahlung in Abzug gebracht. Das übergebene Geschirr wird in den Schachtzettel, den jeder Schachtmeister bei der Uebernahme eines Schachtes erhält, seiner Zahl nach angeführt, und nach Beendigung des Schachtes wieder abgenommen.

Um die Leute zur Uebernahme von Schachten zu gewinnen, was in Gegenden, wo diese Ausführungsart nicht üblich ist, zuweilen einige Schwierigkeiten hat, läßt man

sie zuerst etliche Schachte im Tagelohn ausführen, und zeigt ihnen, wie viel mehr sie gewännen als ihren Tagelohn, wenn sie mit dem Fleiße eine Schachtmannes arbeiteten. Man wird späterhin, wenn die Leute das nöthige Geschick erlangt haben, und eine hinlängliche Anzahl Arbeiter herbeigezogen ist, die Gedingpreise etwas ermäßigen können.

§. 175. Die Lieferung der Materialien zur Fahrbahn, worunter ihre Förderung, Verkleinern und Transport begriffen ist, kann ebenfalls im Verding, entweder an die Arbeits- und Fuhrleute selbst, oder, nach Umständen, an Unternehmer im Ganzen abgegeben werden. Die Verwendung derselben zur Bildung der Steinbahn geschieht im Tagelohn, um nachlässige Arbeit und Unterschleife zu vermeiden.

Da die Höhe der verschiedenen Schichten der Fahrbahn an den Absteckpfählen eingeschnitten ist, so ergiebt sich die Quantität des verwendeten Materials von selbst. Daß die Höhen genau eingehalten werden, erfordert aber eine scharfe Aufsicht, welche auch darauf gerichtet seyn muß, daß die Steine zur vorgeschriebenen Größe kleingeschlagen sind. Das Material zur Ueberschüttung, welches wegen des Verkleinerns theurer als das übrige ist, und nur in einer dünnen Schicht aufgetragen wird, mißt man vor der Verwendung in Meßkästen.

§. 176. Alle Materialien zu dem Mauerwerke werden durch Unternehmer geliefert, und die Abnahme kann sich darauf beschränken, daß man sich versichert, ob alles Material von der vorgeschriebenen Güte ist, wenn dasselbe nach dem Kubikinhalte des Werkes selbst bezahlt wird.

Die Ausführung des Mauerwerks geschieht am besten im Tagelohn, und nur dann im Verdinge, wenn man einen tüchtigen Mauermeister findet, der mit der Lieferung der Materialien nichts zu schaffen haben darf, und dem man alle in einem Bezirke vorkommende Arbeiten überträgt, ihn

aber bei der ersten Pfuscherei oder etwanigem Unterschleife entfernt. Es darf nicht geduldet werden, daß er an seine Gesellen einzelne Theile der Arbeit verdingt, sondern diese müssen im Tagelohn arbeiten. Die Erfahrung hat bewiesen, daß, wenn die Preise hoch genug sind, um dem Meister einen hinlänglichen Gewinn zu sichern, dieser aus Scheu, einen ständigen Verdienst zu verlieren, immer gute und dabei wohlfeilere Arbeit liefert, als wenn sie im Tagelohn ausgeführt würde.

Die Anfertigung des Mörtels muß jedenfalls im Tagelohne geschehen, und die Mörtelmacher dürfen nicht als gewöhnliche Taglöhner angesehen und bezahlt werden, weil die völlig gute Zubereitung des Bindungsmaterials noch wichtiger ist, als die gute Ausführung des Mauerwerkes selbst.

§. 177. Die Pflastermaterialien werden durch Unternehmer geliefert, der Sand und die Steine zur Unterlage im Werke gemessen, und nur die Pflastersteine regelmäßig aufgeruthet.

Man führt es nur dann im Verdinge aus, wenn man sehr zuverlässige Pflasterer anstellen kann, sonst aber im Tagelohne.

§. 178. Bei einem auf diese Art eingerichteten Geschäftsbetriebe wird die Leitung und Aufsicht der Arbeit kein so großes Personal erfordern, wie es Schemerl voraussetzt, welcher im 3ten Theile zur Erbauung einer 2059 Klafter langen Straße, die im Ganzen 54053 Gulden kosten soll, an Aufsichts-, Regie- und Kanzleikosten 5810 Gulden rechnet, die gerade 12 p. C. der übrigen 48243 Gulden betragen, während bei gehöriger Einrichtung und Weglassung der unnöthigen Schreibereien der Distrikts-Baubeamte (Bau-Conducteur, Wegebaumeister) unter Leitung eines obern Beamten (Bau-Inspector, Ober-Wegeinspector) neben seinen laufenden Geschäften diesen Bau mit 2 bis 3 Aufsehern ausgeführt hätte.

§. 179.

§. 179. Die Unterhaltungsarbeiten der Straßen zerfallen, außer den Mauer- und Pflaster-Reparaturen, welche man wie bei dem Neubau ausführt, in Lieferung der Materialien, die man mittelst öffentlicher Versteigerung an Unternehmer überläßt, in Reparaturen, welche die angestellten Wegewärter allenfalls mit Hülfe von Tagelöhnern ausführen, und in Gedingarbeiten.

Die Arbeiten der Wegewärter bestehen, außer der Aufsicht, welche sie bei der Straßenpolizei zu führen haben, im Abziehen von Koth und Schlamm, Schneeräumen, Zulegen der Spuren, Ebenen der Fuß- und Sommerwege, und Wegraffen der Rollsteine. Die Länge der Strecke, welche jeder Wegewärter zu besorgen hat, ist dadurch bestimmt, daß er das ganze Jahr beschäftigt seyn muß. Er kann, in der Mitte seiner Strecke wohnend, 2500 bis 3000 laufende Ruthen einer wenig frequenten, ebenen, mit festem Material unterhaltenen und dem Luftzuge ausgesetzten Straße, auf frequenten oder gebirgigen Straßen nur 15 bis 1800 Ruthen, auf sehr frequenten und mit weichem Material unterhaltenen Straßen aber nur 800 bis 1000 Ruthen versehen.

Es ist für die Baukasse vortheilhaft, auf Straßen, bei welchen während des Sommers nur sehr wenige Reparaturen vorkommen, den Wegewärtern, welchen man, wenn die Arbeit sich häuft, Tagelöhner zur Aushülfe beigiebt, Strecken von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meilen Länge zuzutheilen.

Die ganze Beschüttung der Straße, wenn vorher der Koth im Tagelohn abgezogen ist, das Ausheben der Gräben und Ebenen der Fuß- und Sommerwege wird, in sofern der Wegewärter diese Arbeiten nicht selbst machen kann, nach laufenden Ruthen in Verding gegeben.

Anhang.

(2)

I. Ueber die Zugkraft der Fuhrwerke auf geneigten Ebenen.

Zu §. 19. des Textes.

§. 1. Es sey P das ganze Gewicht des Wagens (Fig. 11.), nämlich das Gewicht der Ladung, des Obergestells und der Räder;

Q die Zugkraft, welche den Wagen auf der geneigten Ebene mit einer gegebenen gleichförmigen Geschwindigkeit = v aufwärts bewegt;

r und r′ die Halbmesser der Vorder- und Hinterräder;

S der innere Halbmesser der Naben, welcher für beide Räderpaare gleich ist, weil beide Achsen gleiche Last zu tragen haben, also ihre Durchmesser gleich seyn müssen;

α der Winkel, welchen die geneigte Ebene mit dem Horizonte macht;

β der Winkel der Zugkraft mit der geneigten Ebene.

Die Reibung der Naben ist dem Quotienten des Halbmessers der Naben durch den Halbmesser der Räder proportional, und daher für die Vorderräder $= \frac{gs}{r}$ und für die Hinterräder $= \frac{gs}{r'}$, worin g eine Constante ist, welche vom Stoffe, woraus Achsen und Naben bestehen, und von deren Form abhängt. Die Geschwindigkeit des Fuhrwerks

hat aber nach Coulomb's Versuchen keinen Einfluß auf die Reibung, in so fern beide von Metall gemacht sind.

Die Reibung der Radfelgen auf der geneigten Ebene ist sehr nahe im umgekehrten Verhältnisse der Quadratwurzel der Halbmesser, und also für die Vorderräder $= \frac{f}{\sqrt{r}}$ und für die Hinterräder $= \frac{f}{\sqrt{r'}}$, worin f eine Constante ist, die von dem mehr oder minder glatten Zustande der Oberfläche der geneigten Ebene und von der Geschwindigkeit des Fuhrwerks abhängt.

Die Ladung wird so gepackt, daß die beiden Achsen bei horizontaler Stellung des Wagens ein gleiches Gewicht zu tragen haben, und also auf jede ein Gewicht $= \frac{1}{2}$ P, und auf jedes Rad ein Gewicht $= \frac{1}{4}$ P zu rechnen ist. Auf einer geneigten Ebene wird die Last der Vorder- und Hinterräder zwar nicht ganz gleich, aber doch so wenig verschieden seyn, daß man sie ohne merklichen Fehler als gleich annehmen kann. Eigentlich wäre von P das Gewicht der Räder abzuziehen, weil diese nicht auf den Achsen, sondern auf der geneigten Ebene ruhen; aber es beträgt noch nicht 10 Procente von P, und die Reibung in den Naben kaum $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{10}$ der Reibung der Räder auf der geneigten Ebene, daher das Gewicht der Räder füglich in der folgenden Formel, welche die Summe dieser beiden Reibungen enthält, vernachlässigt werden kann.

Jede Kraft $\frac{1}{4}$ P zerlegt sich nunmehr in zwei andere, die eine parallel mit der geneigten Ebene, welche, wenn der Wagen nicht gestützt ist, dessen Herabgleiten veranlaßt, und die andere senkrecht darauf, welche die Reibungen in der Nabe und auf der geneigten Ebene hervorbringt. Die erste ist $\frac{1}{4}$ P Sin. α, die andere $\frac{1}{4}$ P Cos. α.

Um die Reibung in der Nabe zu heben, multiplicirt man $\frac{1}{4}$ P Cos. α mit dem Reibungs-Coefficienten für die

Nabe $\frac{gs}{r}$, und erhält $\frac{1}{4}\frac{gs}{r}$ P Cos. α; ebenso für die Reibung auf der Ebene $\frac{1}{4}\frac{f}{\sqrt{r}}$ P Cos. α.

Die drei Kräfte, welche auf jedes Vorderrad parallel mit der geneigten Ebene wirken, sind also $\frac{1}{4}$ P Sin. α, und die beiden Reibungen mithin

$$\frac{1}{4}\,P\,Sin.\,\alpha + \frac{1}{4}\frac{gs}{r}\,P\,Cos.\,\alpha + \frac{1}{4}\frac{f}{\sqrt{r}}\,P\,Cos.\,\alpha,$$

und für die beiden Vorderräder zusammen

$$\frac{1}{2}\,P\,(Sin.\,\alpha + \left(\frac{gs}{r} + \frac{f}{\sqrt{r}}\right)\,Cos.\,\alpha),$$

ebenso für die Hinterräder

$$\frac{1}{2}\,P\,(Sin.\,\alpha + \left(\frac{gs}{r'} + \frac{f}{\sqrt{r'}}\right)\,Cos.\,\alpha),$$

also zusammen

$$P\left\{Sin.\,\alpha + \tfrac{1}{2}\,Cos.\,\alpha\left[gs\left(\frac{1}{r}+\frac{1}{r'}\right)+f\left(\frac{1}{\sqrt{r}}+\frac{1}{\sqrt{r'}}\right)\right]\right\}$$

Dieser Kraft soll die Zugkraft Q das Gleichgewicht halten; diese zerlegt sich, da sie mit der geneigten Ebene einen Winkel $= \beta$ macht, in zwei andere, die eine parallel mit der Ebene $=$ Q Cos. β, welche obigem Ausdrucke der Kraft das Gleichgewicht halten muß, daher

$$Q\ Cos.\,\beta =$$

$$P\left\{Sin.\,\alpha + \tfrac{1}{2}\,Cos.\,\alpha\left[gs\left(\frac{1}{r}+\frac{1}{r'}\right)+f\left(\frac{1}{\sqrt{r}}+\frac{1}{\sqrt{r'}}\right)\right]\right\}$$

$$\text{also } Q = \frac{P}{Cos.\,\beta}\left\{Sin.\,\alpha + \tfrac{1}{2}\,Cos.\,\alpha\left[gs\left(\frac{1}{r}+\frac{1}{r'}\right)\right.\right.$$

$$\left.\left. + f\left(\frac{1}{\sqrt{r}}+\frac{1}{\sqrt{r'}}\right)\right]\right\} \quad (1).$$

Die zweite Kraft Q Sin. β, worein sich Q zerlegt, ist senkrecht auf die geneigte Ebene, wirkt auf die Vorderräder, um sie zu heben, und vermindert dadurch die Reibung auf der Ebene, daher auch oben die Reibung der

Vorder- und Hinterräder auf der Ebene als gleich angenommen wurde, obschon nach §. 10. sie an den Hinterrädern geringer ist.

Wenn wir in (1)

$$\tfrac{1}{2}\left[gs\left(\frac{1}{r}+\frac{1}{r'}\right)+f\left(\frac{1}{\sqrt{r}}+\frac{1}{\sqrt{r'}}\right)\right]=m \qquad (2)$$

setzen, so ist

$$Q=\frac{P}{\text{Cos. }\beta}(\text{Sin. }\alpha+m\ \text{Cos. }\alpha). \qquad (3)$$

§. 2. Diese Gleichung enthält nur die beiden Größen $\frac{P}{\text{Cos. }\beta}$ und m, deren Bestimmung also allein nöthig ist, um für einen gegebenen Werth von α die Zugkraft Q zu finden, wenn auch alle im Anfange dieses §. angenommenen Größen nicht bekannt sind; es bedarf mithin für ein gegebenes Fuhrwerk nur zweier Beobachtungen der Zugkraft für zwei verschiedene Werthe von α, um zwei Gleichungen zu haben, woraus $\frac{P}{\text{Cos. }\beta}$ und m bestimmt werden. Um den Einfluß der unvermeidlichen Beobachtungsfehler zu vermindern, müssen mit dem Dynamometer, oder auf eine andere Art, Versuche für mehrere verschiedene Neigungen der Ebene gemacht und aus den gefundenen Werthen der beiden Coefficienten das Mittel genommen werden.

Am einfachsten sind die Resultate, wenn für jede Neigung die Zugkraft bei dem Auf- und bei dem Abwärtsfahren gemessen wird. Es sey bei einer Neigung $= \alpha'$ die Zugkraft aufwärts $= q'$, abwärts aber $= q''$, für welche letztere man in die Formel (3) $-\alpha'$ setzen muß, und die beiden Gleichungen

$$q'=\frac{P}{\text{Cos. }\beta}(\text{Sin. }\alpha'+m\ \text{Cos. }\alpha')$$

$$q''=\frac{P}{\text{Cos. }\beta}(-\text{Sin. }\alpha'+m\ \text{Cos. }\alpha')$$

erhält, woraus

$$\frac{P}{\text{Cos. }\beta} = \frac{q' - q''}{2\,\text{Sin. }\alpha'} \quad \text{und} \quad \frac{P}{\text{Cos. }\beta} \cdot m = \frac{q' + q''}{2\,\text{Cos. }\alpha'},$$

und die Gleichung (3) wird

$$Q = \frac{q' - q''}{2\,\text{Sin. }\alpha'} \text{ Sin. } \alpha + \frac{q' + q''}{2\,\text{Cos. }\alpha'} \cdot \text{Cos. } \alpha. \qquad (4)$$

Aus den Werthen von $\frac{P}{\text{Cos. }\beta}$ und $\frac{P}{\text{Cos. }\beta} \cdot m$ findet man ein Verhältniß zwischen der Zugkraft bei dem Auf- und der Zugkraft bei dem Abwärtsfahren, welches unabhängig vom Winkel α ist, wenn man diesen aus beiden Gleichungen eliminirt. Setzt man der Kürze wegen $\frac{P}{\text{Cos. }\beta} = n$, so geben jene Werthe

$$\text{Cos. } \alpha' = \frac{q' + q''}{2\,m\,n}, \quad \text{Sin. } \alpha' = \frac{q' + q''}{2\,n}, \quad \text{mithin}$$

$$\text{Cos. } \alpha'^2 + \text{Sin. } \alpha'^2 = 1 = \left(\frac{q' + q''}{2\,m\,n}\right)^2 + \left(\frac{q' - q''}{2\,n}\right)^2,$$

woraus

$$(q'^2 + q''^2)(1 + m^2) + 2q'q''(1 - m^2) = 4\,m^2\,n^2. \qquad (5)$$

q' und q'' können nur bei der horizontalen Ebene gleich seyn, sonst ist immer $q' > q''$. Für $q' = q''$ giebt die Gleichung (5) nach den Reductionen $q' = mn$, was man auch aus (3) findet, wenn man dort $\alpha = 0$ und für $\frac{P}{\text{Cos. }\beta}$ seinen Werth n setzt.

Es ist wohl darauf zu achten, daß alle Versuche bei der nämlichen Geschwindigkeit $= v$ gemacht werden müssen, weil der Coefficient f und also auch m eine Funktion derselben sind.

§. 3. Wenn die Geschwindigkeit des Fuhrwerkes sehr gering ist, so läßt sich die Zugkraft auf eine andere sehr einfache Art darstellen.

Es sey nämlich die Zugkraft auf der horizontalen Ebene $= F$, und γ der Winkel der geneigten Ebene, auf

welcher das Fuhrwerk eben anfängt, ohne Zug abwärts zu gleiten, so giebt (3)

$$F = \frac{P}{\text{Cos. } \beta} \text{ . m und } - \text{Sin. } \gamma + m \text{ Cos. } \gamma = o, \text{ also}$$

$$m = \text{Tang. } \gamma \text{ und } \frac{P}{\text{Cos. } \beta} = \frac{F}{\text{Tang. } \gamma}$$

und die Zugkraft wird

$$Q = \frac{F}{\text{Tang. } \gamma} (\text{Sin. } \alpha + \text{Tang. } \gamma \text{ . Cos. } \alpha). \quad (6)$$

Da der Winkel γ sich aber nicht mit Schärfe bestimmen läßt, und so geringe Geschwindigkeiten als ein Wagen hat, welcher eben anfängt herabzugleiten, in der Ausführung nicht vorkommen, so ist diese Formel ohne praktischen Nutzen.

§. 4. Die Formel (3) ist für Fuhrwerk, welches durch feststehende Maschinen auf geneigten Ebenen in die Höhe gezogen wird, völlig anwendbar, und der Kraftaufwand, welcher erforderlich ist, um es auf eine Länge = A der geneigten Ebene fortzubringen, wäre ausgedrückt durch

$$\frac{P}{\text{Cos. } \beta} (\text{Sin. } \alpha + m \text{ Cos. } \alpha) \text{ A.} \quad (7)$$

Um die Neigung der Ebene zu bestimmen, auf welcher das Fuhrwerk mit dem geringsten Kraftaufwande auf eine Höhe = h gebracht wird, setzt man für A seinen Werth $\frac{h}{\text{Sin. } \alpha}$ in obigen Ausdruck, und findet

$$\frac{P}{\text{Cos. } \beta} (\text{Sin. } \alpha + m \text{ Cos. } \alpha) \frac{h}{\text{Sin. } \alpha}$$

$$\text{oder } \frac{Ph}{\text{Cos. } \beta} (1 + m \text{ Cotang. } \alpha). \quad (8)$$

Dieser Werth ist ein Maximum, wenn Cotang. $\alpha = \infty$ oder $\alpha = o$, und ein Minimum, wenn Cotang. $\alpha = o$, also $\alpha = 90°$. Das vertikale Heben erfordert also den geringsten Kraftaufwand. Es müssen daher, da die Fuhrwerke ihrer Bauart und Ladung nach nicht senkrecht fah-

ren können, die Ebenen so steil als möglich angelegt werden.

Nehmen wir an, daß ein Fuhrwerk von einem Punkte zu einem andern, höher gelegenen nicht auf der geraden Linie, welche beide Punkte verbindet, sondern auf zwei geraden Linien, welche sich schneiden, gebracht werden solle; es fragt sich, wie der Durchschnittspunkt beider Linien liegen muß, damit der Kraftaufwand ein Minimum sey.

Führen wir durch den untern Punkt die Horizontale und Vertikale als Coordinatenlinien, und nennen a und h die Coordinaten des obern Punktes, x und y die Coordinaten des Durchschnittes der beiden geraden Linien, A' die Länge der ersten Linie, α' ihren Neigungswinkel auf den Horizont, A'' die Länge der zweiten, α'' ihren Neigungswinkel, so ist

$$\text{Sin. } \alpha' = \frac{y}{A'} \quad \text{Cos. } \alpha' = \frac{x}{A'}$$

$$\text{Sin. } \alpha'' = \frac{h-y}{A''} \quad \text{Cos. } \alpha'' = \frac{a-x}{A''}.$$

Der Kraftaufwand, um das Fuhrwerk auf jeder Linie fortzubringen, ist nach (7)

$$\frac{P}{\text{Cos. } \beta}\left(\frac{y}{A'} + m\,\frac{x}{A'}\right) A' = \frac{P}{\text{Cos. } \beta}(y + m\,x),$$

$$\frac{P}{\text{Cos. } \beta}\left(\frac{h-y}{A''} + m\,\frac{a-x}{A''}\right) A''$$

$$= \frac{P}{\text{Cos. } \beta}[h - y + m\,(a-x)],$$

und ihre Summe, oder der Kraftaufwand, um den Wagen vom untern zum obern Punkte zu bringen,

$$= \frac{P}{\text{Cos. } \beta}(h + m\,a), \qquad (9)$$

hängt also von der Lage des Durchschnittspunktes gar nicht ab, und ist der nämliche, wie für die gerade Linie, welche beide Punkte verbindet.

Man wird, wenn man anstatt zweier Linien zwischen

den beiden Punkten ein beliebiges Vieleck annimmt, das nämliche Resultat finden. Es ist also, wenn ein Wagen durch eine feststehende Maschine fortgebracht wird, der Kraftaufwand zum Transporte von einem Punkte zum andern auf einem beliebigen Vielecke von geraden oder krummen Linien, welches aber in der vertikalen Ebene beider Endpunkte liegen muß, constant und gleich dem Kraftaufwande, welchen der Transport auf der geraden, die beiden Punkte verbindenden Linie erfordert.

§. 5. Zugthiere, welche einen Wagen fortziehen, verwenden einen Theil ihrer Kraft zum Fortbringen des eigenen Körpers, und der Rest dient zum Zuge. Welchen Theil der erstere Zweck erfordert, läßt sich bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse über thierische Kräfte nicht streng erweisen; man muß sich daher mit folgender Formel begnügen, welche Euler's Untersuchungen gegeben haben, und die von den meisten Schriftstellern angewendet wird.

Es halte ein Thier eine frei an einem Seile hängende Last = K im Gleichgewichte, also ohne ihr eine Geschwindigkeit mitzutheilen; es sey V die größte Geschwindigkeit, mit welcher sich das Thier unbelastet auf einer horizontalen Ebene fortbewegen kann, ferner k das Gewicht, welches das Thier mit einer Geschwindigkeit in der Sekunde = v hebt, so hat man die Gleichung

$$k = K\left(1 - \frac{v}{V}\right)^2. \quad (10)$$

Bei Menschen ist K = 75 Pfund, V = 6′, mithin $k = 75\left(1 - \frac{v}{6}\right)^2$, also z. B. für v = 3′, $k = 18\frac{3}{4}$ Pfund. Bei starken Frachtpferden ist K = 210 Pfund, V = 12′, mithin $k = 210\left(1 - \frac{v}{12}\right)^2$, also z. B. für v = 3′ $k = 118\frac{1}{8}$ Pfund.

Wenn nun p die Zahl der Zugthiere ist, und k, v, V durchschnittlich für sie gelten, so ist ihre Kraft

$$pk = pK\left(1 - \frac{v}{V}\right)^2,$$

welches $= Q$ für die horizontale Ebene, also nach der Gleichung (3) $= \frac{P}{\text{Cos. }\beta} \cdot m$ ist, mithin

$$pK\left(1 - \frac{v}{V}\right)^2 = \frac{P}{\text{Cos. }\beta} \cdot m, \quad (11)$$

welche Formel die Zahl p der Pferde angiebt.

§. 6. Aus der Formel (10) läßt sich die Geschwindigkeit ermitteln, welche auf der horizontalen Ebene die größte mechanische Wirkung giebt, wenn man nämlich mit der Geschwindigkeit v multiplicirt und dann nach v differentiirt.

Es ist

$$kv = K\left(1 - \frac{v}{V}\right) \cdot v$$

und

$$d.kv = o = K\left(dv - \frac{4v\,dv}{V} + \frac{3v^2\,dv}{V^2}\right)$$

also $\frac{3v^2}{V^2} - \frac{4v}{V} + 1 = o$,

hieraus $\frac{v}{V} = \frac{2}{3} \pm \frac{1}{3}$,

$$\frac{v}{V} = 1, \quad \frac{v}{V} = \frac{1}{3}. \quad (12)$$

Der erste Werth giebt ein Minimum, der zweite aber das gesuchte Maximum. Für $\frac{v}{V} = \frac{1}{3}$ wird $k = \frac{4}{9} K$. (13)

Für Menschen giebt also $v = \frac{6}{3} = 2'$, und für Pferde $v = \frac{12}{3} = 4'$ die größte mechanische Wirkung; letztere Geschwindigkeit ist aber für die Erhaltung der Frachtfuhrpferde zu groß, die nachhaltig nur mit $3'\,3''$ bis $3'\,6''$ Geschwindigkeit in der Sekunde sich bewegen können. Tred-

gold findet im 4ten Kapitel seines Werkes über Eisenbahnen, aber durch eine Formel, deren Richtigkeit zweifelhaft ist, $\frac{v}{V} = \frac{1}{2}$.

§. 7. Ein Zugthier, welches den Wagen auf einer geneigten Ebene aufwärts zieht, bedarf zur Hebung seines Körpers einen Theil seiner Kraft $= U$, welche von der Neigung α der Ebene und der Geschwindigkeit v abhängt. Wenn nun, wie in §. 5., p die Zahl der Zugthiere ist, so wird nach den Gleichungen (7) und (10) der Kraftaufwand des Gespanns

$$pK\left(1-\frac{v}{V}\right)^2 = pU + \frac{P}{\text{Cos. }\beta}(\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha) \quad (14)$$

seyn; hieraus $p = \frac{P}{\text{Cos. }\beta}\,\frac{\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha}{K\left(1-\frac{v}{V}\right)^2 - U}$.

Setzt man den Werth in das zweite Glied von (14), so wird es

$$\frac{P}{\text{Cos. }\beta}(\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha)\,\frac{K\left(1-\frac{v}{V}\right)^2}{K\left(1-\frac{v}{V}\right)^2 - U}. \quad (15)$$

Wäre U in Funktion von α und v bekannt, so ließe sich durch diese Gleichung die vortheilhafteste Neigung der Ebene finden.

§. 8. Anstatt der Gleichung (14) läßt sich eine andere, von dem nicht bekannten U unabhängige, aufstellen, wenn man die größte Geschwindigkeit, mit der das Zugthier auf der unter dem Winkel α geneigten Ebene ohne Beschwerde aufwärts laufen kann, als bekannt ansieht, die sich auch für jeden besondern Werth von α durch Versuche ermitteln läßt, und $= V'$ setzt. Es ist dann nach (10)

$$U = K\left(1-\frac{V'}{V}\right)^2. \quad (18)$$

Diesen Werth in (14) substituirt, giebt

$$pK\left(1-\frac{v}{V}\right)^2 = pK\left(1-\frac{V'}{V}\right)^2 + \frac{P}{\text{Cos. }\beta}(\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha)$$

und $$\frac{pK(V'-v)\,[2V-(v+V')]}{V^2} = \frac{P}{\text{Cos. }\beta}(\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha)$$

woraus

$$p = \frac{P}{\text{Cos. }\beta}(\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha) \times \frac{V^2}{K(V'-v)\,[2V-(v+V')]}$$

und der Kraftaufwand wird

$$K\left(1-\frac{v}{V}\right)^2 \cdot \frac{P}{\text{Cos. }\beta}(\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha) \times \frac{V^2}{K(V'-v)\,[2V-(v+V')]}$$

oder

$$\frac{P}{\text{Cos. }\beta}(\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha)\,\frac{(V-v)^2}{(V'-v)[2V-(v+V')]}. \quad (19)$$

II. Ueber den Umweg, welchen eine horizontal geführte Straße machen kann, wenn dadurch ein Thal umgangen wird.

Zu §. 38. des Textes.

§. 9. Es sey A die Länge der horizontalen Straße, A' die Länge jeder der beiden Steigen, welche unter dem Winkel α geführt seyn sollen. Der Kraftaufwand zum Durchfahren der horizontalen Länge A ist nach (3) $= \frac{P}{\text{Cos. }\beta} m A$. Auf dem Wege durch das Thal wird der Wagen zuerst auf eine Steige von A' Länge und eine

Neigung = α herab-, und dann auf einer ähnlichen Steige heraufgefahren. Der Kraftaufwand für die letztere ist nach (15)

$$\frac{A'P}{\text{Cos. }\beta}(\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha)\frac{K\left(1-\frac{v}{V}\right)^2}{K\left(1-\frac{v}{V}\right)^2 - U}.$$

Um ihn für das Herabfahren zu finden, setzen wir $-\alpha$ anstatt α, und nennen v' die Geschwindigkeit, und U' die Kraft zum Abwärtsschieben des Körpers, so wird der Ausdruck:

$$\frac{A'P}{\text{Cos. }\beta}(-\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha)\frac{K\left(1-\frac{v'}{V}\right)^2}{K\left(1-\frac{v'}{V}\right)^2 - U'},$$

und die Bedingung, daß der Kraftaufwand auf beiden Wagen gleich seyn soll, giebt:

$$\frac{P}{\text{Cos. }\beta}.mA = \frac{A'P}{\text{Cos. }\beta}(\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha)\frac{K\left(1-\frac{v}{V}\right)^2}{K\left(1-\frac{v}{V}\right)^2 - U}$$

$$+\frac{A'P}{\text{Cos. }\beta}(-\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha)\frac{K\left(1-\frac{v'}{V}\right)^2}{K\left(1-\frac{v'}{K}\right)^2 - U'}$$

oder, wenn wir $K\left(1-\frac{v}{V}\right) = M$, $K\left(1-\frac{v'}{V}\right)^2 = M'$ setzen, und die gemeinschaftlichen Faktoren weglassen,

$$mA = A'\left[(\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha)\frac{M}{M-U}\right.$$

$$\left. + (-\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha)\frac{M'}{M'-U'}\right]. \quad (30)$$

§. 10. Um die Formel (19) zu benutzen, sey v' die Geschwindigkeit der Zugthiere bei dem Herabfahren, und V'' ihre größte Geschwindigkeit; wir finden dann wie in §. 9

$$\frac{P}{\text{Cos. }\beta}\, m\, A = \frac{A' P}{\text{Cos. }\beta}(\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha)\,\frac{(V-v)^2}{(V'-v)\,[2\,V-(v+V')]} + \frac{A' P}{\text{Cos. }\beta}(-\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha)\,\frac{(V-v')^2}{(V''-v')\,[2\,V-(v'+V'')]}$$

oder

$$m\,A = A'\left((\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha)\,\frac{(V-v)^2}{(V'-v)\,[2\,V-(v+V')]} + (-\text{Sin. }\alpha + m\,\text{Cos. }\alpha)\,\frac{(V-v')^2}{(V''-v')\,[2\,V-[v'+V'')]}\right). \qquad (21)$$

Wenn die beiden Steigen nicht von gleicher Länge und Gefälle wären, sondern jede aus mehreren andern von ungleichem Gefälle bestände, so wie es in der Ausführuug gewöhnlich vorkommt, so würde man den Kraftaufwand für jede einzelne suchen und ihre Summe = m A setzen *).

III. Ueber die Curve, welche eine Steige mit gleichmäßig abnehmendem Gefälle bildet. (Fig. 93.)

Zu §. 31. des Textes.

§. 11. Es sey der Anfang der Steige A zugleich der Anfang der Coordinaten, die Linie der Abscissen sey horizontal, und die der Ordinaten vertikal, so muß, wenn wir unter dem Gefälle die Tangente $\frac{dy}{dx}$ der krummen Linie verstehen, da das Gefälle gleichmäßig abnehmen soll,

$$\frac{d^2y}{dx^2} = c$$

seyn.

Diese Gleichung zweimal integrirt, giebt

$$\left.\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= cx + c' \\ y &= \tfrac{1}{2}cx^2 + c'x + c'' \end{aligned}\right\} \qquad (22)$$

Die gesuchte Linie ist also eine Parabel des zweiten Grades, für welche die Constanten c, c', c'' durch besondere Bedingungen bestimmt werden; c'' ist immer $= o$, weil für $x = o$ zugleich $y = o$ seyn muß, also werden die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= cx + c' \\ y &= \tfrac{1}{2}cx^2 + c'x \end{aligned}\right\} \qquad (23)$$

*) Diese Theorie des Fuhrwerks erfordert, um sie weiter auszudehnen und praktisch anwendbar zu machen, noch mancherlei Versuche, die ich vorzunehmen gesonnen bin, wenn ich Zeit und Gelegenheit dazu finde.

Nehmen wir zur Bestimmung von c und c' an,

1) daß die Tangente des Neigungswinkels am Punkte A = α sey, und daß die Curve durch den obern Punkt B der Steige gehe, für welchen x = m, y = n, so giebt (23)

$$\alpha = c'$$

$$n = \tfrac{1}{2} c m^2 + c' m, \text{ woraus } c = \frac{2(n - \alpha m)}{m^2}$$

und die Gleichungen (23) werden

$$\left.\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= \frac{2(n - \alpha m)}{m^2} x + \alpha \\ y &= \frac{n - \alpha m}{m^2} x^2 + \alpha x \end{aligned}\right\} \quad (24)$$

Letztere Gleichung erfüllt nur dann die Bedingung, daß die Gefälle nach oben hin abnehmen, wenn $n - \alpha m$ positiv, also $\alpha < \frac{n}{m}$ ist, oder mit andern Worten, wenn der obere Endpunkt der Steige zwischen der Tangente bei A und der Axe der positiven Abscissen liegt, was sich von selbst versteht.

2) Daß die Tangente des Neigungswinkels bei A = α und am obern Endpunkte der Steige, für welchen die Höhe y = n diese Tangente = β sey. Wenn man diese Werthe in die Gleichungen (23) substituirt, so geben sie

$$\alpha = c',$$

$$\beta = cx + c',$$

$$n = \tfrac{1}{2} c x^2 + c' x,$$

also, $c = \frac{\beta^2 - \alpha^2}{2n}$, $c' = \alpha$, $x = \frac{2n}{\alpha + \beta}$.

Die Gleichungen (23) werden

$$\left.\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= \frac{\beta^2 - \alpha^2}{2n} x + \alpha \\ y &= \frac{\beta^2 - \alpha^2}{4n} x^2 + \alpha x \end{aligned}\right\}, \quad (25)$$

Dieser Fall ist der in der Ausführung gewöhnliche, wo die Höhe der Steige und das Gefälle am Anfange und Ende derselben bekannt sind.

Die horizontale Länge der Steige ist schon durch $x = \frac{2n}{\alpha + \beta}$ gegeben, es bleibt daher nur noch die entwickelte Länge des Bogens der Curve zwischen den beiden Endpunkten zu finden.

Sie ist $= \int dx \sqrt{1 + \frac{dy^2}{dx^2}}$, welches Integral von $y = o$ bis $y = n$ zu nehmen ist. Setzt man $\frac{dy}{dx} = cx + c' = u$, so ist $dx = \frac{du}{c}$, und das Integral wird

$$\int \frac{du}{c} \sqrt{1 + u^2} = \frac{1}{c} \left[\tfrac{1}{2} u \sqrt{1+u^2} + l\left(u + \sqrt{1+u^2}\right) + \text{const.}\right]$$

Da aber für $y = o$ $u = \frac{dy}{dx}$, der Annahme nach $= \alpha$,

$y = n$ u " " $= \beta$,

so wird das Integral für $y = o$

$$\frac{1}{c} \left[\tfrac{1}{2} \alpha \sqrt{1+\alpha^2} + l\left(\alpha + \sqrt{1+\alpha^2}\right) + \text{const.}\right]$$

für $y = n$

$$\frac{1}{c} \left[\tfrac{1}{2} \beta \sqrt{1+\beta^2} + l\left(\beta + \sqrt{1+\beta^2}\right) + \text{const.}\right]$$

also zwischen $y = o$ und $y = n$

$$\frac{1}{c} \left[\tfrac{1}{2} \beta \sqrt{1+\beta^2} - \tfrac{1}{2} \alpha \sqrt{1+\alpha^2} + l\left(\beta + \sqrt{1+\beta^2}\right) - l\left(\alpha + \sqrt{1+\alpha^2}\right)\right]$$

und wenn man für c seinen Werth $\frac{\beta^2 - \alpha^2}{2n}$ setzt,

$$\frac{2n}{\alpha^2 - \beta^2} \left[\tfrac{1}{2} \alpha \sqrt{1+\alpha^2} - \tfrac{1}{2} \beta \sqrt{1+\beta^2} + l\left(\alpha + \sqrt{1+\alpha^2}\right) - l\left(\beta + \sqrt{1+\beta^2}\right)\right]. \quad (26)$$

Es ist zu bemerken, daß das Zeichen l hyperbolische Logarithmen bedeutet. Da im ganzen Ausdrucke (26) die Höhe n der Steige nur einmal als Faktor vorkommt, so ist ihre Länge der Höhe proportional.

Um Zahlenwerthe zu erhalten, ist es einfacher, das Integral $\int \frac{du}{c} \sqrt{1+u^2}$ in Reihen zu entwickeln.

Es ist $\sqrt{1+u^2} = 1 + \frac{1}{2}u^2 - \frac{1}{8}u^4 + \frac{1}{16}u^6 - \text{etc.}$

mithin

$$\int \frac{du}{c} \sqrt{1+u^2} = \frac{1}{c}(u + \tfrac{1}{6}u^3 - \tfrac{1}{40}u^5 + \tfrac{1}{112}u^7 - \text{etc.} + \text{const.})$$

also ist der Werth zwischen $u = \alpha$, und $u = \beta$

$$\frac{1}{c}(\beta - \alpha + \tfrac{1}{6}(\beta^3 - \alpha^3) - \tfrac{1}{40}(\beta^5 - \alpha^5) + \tfrac{1}{112}(\beta^7 - \alpha^7) - \text{etc.})$$

und wenn man für c seinen Werth setzt

$$2n\left(\frac{\alpha - \beta + \frac{1}{6}(\alpha^3 - \beta^3) - \frac{1}{40}(\alpha^5 - \beta^5) + \frac{1}{112}(\alpha^7 - \beta^7) - \text{etc.}}{\alpha^2 - \beta^2}\right), \quad (27)$$

da α höchstens $= \frac{1}{18}$, $\beta = \frac{1}{24}$, also $\frac{1}{40}\frac{\alpha^5 - \beta^5}{\alpha^2 - \beta^2}$ $= 0{,}0000075$, so kann jedenfalls dieser Terminus und alle folgende vernachlässigt werden, und der Ausdruck giebt, wenn man den gemeinschaftlichen Faktor $\alpha - \beta$ wegbringt,

$$\frac{2n}{\alpha + \beta}[1 + \tfrac{1}{6}(\alpha^2 + \alpha\beta + \beta^2)], \quad (28)$$

Der Faktor $\frac{2n}{\alpha + \beta}$ ist die oben gefundene horizontale Länge der Steige. Diese steht also zur entwickelten Länge des Bogens der Curve im Verhältniß von $1 : [1 + \frac{1}{6}(\alpha^2 + \alpha\beta + \beta^2)]$; also wenn $\alpha = \frac{1}{18}$, $\beta = \frac{1}{24}$, wie 1 : 1,00119, und wenn $\alpha = \frac{1}{24}$, $\beta = \frac{1}{36}$, wie 1 : 1,00060.

Bei n = 400′ wäre im ersten Falle die horizontale Länge = 8 . 229′, die Bogenlänge = 8 . 239′, bei n = 400′ wäre im zweiten Falle die horizontale Länge = 11 . 520′, die Bogenlänge = 11 . 527′. Man sieht also, daß die Straßen im Gebirge durch die geneigte Lage der Steigungslinien nur unbeträchtlich verlängert werden.

IV. Bestimmung der Mittellinie der Steigen in wenig gekrümmten Bergabhängen aus einem einzigen Standpunkte. (Fig. 92.)

Zu §. 39. des Textes.

§. 12. Man stellt die Visirlinien des Astrolabiums in den Neigungswinkel Θ, welchen die Steige haben soll, und bestimmt durch Visiren von O aus die Punkte A, B, C u. s. w. Zwei beliebige Linien, deren horizontale Projektion OB, OC ist, haben also das Gefälle Θ, die Linie über BC, welche zwei Punkte dieser Visirlinien verbindet, wird aber einen Winkel Θ', welcher Θ nicht gleich ist, mit dem Horizonte machen; man begeht also, indem man sie als Theil der Steige betrachtet, einen Fehler, dessen Größe zu bestimmen ist.

Es sey $Ob = b$, $bC = c$, $Bb = \beta$, der Neigungswinkel wie oben $= \Theta$; alsdann liegt

der Punkt der Steige, wovon B die Projektion unter O um OB Tang. Θ,

der Punkt der Steige, wovon C die Projektion unter O um OC Tang. Θ,

also letzterer unter den andern um (OC—OB) Tang. Θ, oder, da $OB = \sqrt{b^2+\beta^2}$, $OC = b+c$,

$$(b+c-\sqrt{b^2+\beta^2})\ \text{Tang.}\ \Theta$$

und die Tangente des Neigungswinkels auf den Horizont der Linie über BC ist,

$$\text{Tang. } \Theta' = \frac{b + c - \sqrt{b^2 + \beta^2}}{\sqrt{c^2 + \beta^2}} \text{ Tang. } \Theta \qquad (29)$$

Entwickelt man die Radikale, und vernachlässigt alle Glieder, welche β über der vierten Potenz enthalten, so ist

$$\sqrt{b^2 + \beta^2} = b\left(1 + \tfrac{1}{2}\frac{\beta^2}{b^2} - \tfrac{1}{8}\frac{\beta^4}{b^4}\right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{c^2 + \beta^2}} = \frac{1}{c}\left(1 - \tfrac{1}{2}\frac{\beta^2}{c^2} + \tfrac{1}{8}\frac{\beta^4}{c^4}\right)$$

und der Werth der Tangente (29) wird

$$\text{Tang. } \Theta' = \left[1 - \frac{\beta^2 (b + c)}{2 b c^2} + \tfrac{1}{8}\frac{\beta^4}{c}\left(\frac{1}{b^3} + \frac{2}{b c^2} + \frac{1}{c^3}\right)\right] \text{Tang. } \Theta. \qquad (30)$$

Da man eine Steige nie aus einem einzigen Standpunkte bestimmen kann, wenn die Bergwand so stark gekrümmt ist, daß $\frac{\beta}{b}$ und $\frac{\beta}{c} > \frac{1}{3}$ sind, so wird auch der Terminus in β^4 vernachlässigt werden können, denn für $\frac{\beta}{b} = \frac{\beta}{c} = \frac{1}{3}$ giebt der Ausdruck (30)

$$\left[1 - \tfrac{1}{9} + \tfrac{1}{162}\right] \text{ Tang. } \Theta,$$

wo der dritte Terminus noch nicht 1 p. C. des Ganzen beträgt; wir gebrauchen daher anstatt des Ausdrucks (30) den einfachern

$$\text{Tang. } \Theta' = \left[1 - \frac{\beta^2 (b + c)}{2 b c^2}\right] \text{ Tang. } \Theta. \qquad (31)$$

Nehmen wir als Beispiel ein Gefälle der Steige von 8″ auf die Ruthe, also Tang. $\Theta = \frac{1}{18} = 0{,}05556$

$\beta = 2$	$b = 15,$	$c = 15,$	so ist $\Theta' = 0{,}05457,$	oder Gefälle auf die Ruthe	$= 7.86.$
	$= 30,$		$= 0{,}05482,$		$= 7.89.$
	$= 45,$		$= 0{,}05490,$		$= 7.90.$
	$= 60,$		$= 0{,}05494,$		$= 7.91.$
	$= 75,$		$= 0{,}05497,$		$= 7.91.$
	$= 90,$		$= 0{,}05499,$		$= 7.92.$
	$= \infty$		$= 0{,}05506$		$= 7.93.$

Aus der Gleichung (31) läßt sich auch umgekehrt der Werth von β entwickeln, welcher einem gegebenen Werthe von Θ' entspricht. Es ist nämlich

$$\beta = \sqrt{\left(1 - \frac{\text{Tang. } \Theta'}{\text{Tang. } \Theta}\right) \frac{2\,b\,c^2}{b+c}}. \qquad (32)$$

Wenn wir als Beispiel annehmen, daß ein Fehler von $\frac{1}{4}''$ auf die Ruthe geduldet werden könne, also z. B. bei einem Gefälle von 8″ auf die Ruthe, wo Tang. $\Theta = 0{,}05556$, also Tang. $\Theta' = \frac{7\frac{3}{4}''}{1^0} = 0{,}05382$ sey, so kann für

b = 15,	und c = 15,	β = 2,65 seyn,
b = 30,		= 3,06 „
b = 45,		= 3,25 „
b = 60,		= 3,36 „
b = 75,		= 3,42 „
b = 90,		= 3,48 „
b = ∞,		= 3,75.

Wollte man nur 0″,1 Fehler im Gefälle annehmen, so wäre für Tang. $\Theta = \frac{8''}{1^0} = 0{,}0556$, Tang. $\Theta' = \frac{7'',9}{1^0}$ = 0,05486, und es kann für

b = 15,	und c = 15,	β = 1,47 seyn,
b = 30,		= 1,94 „
b = 45,		= 2,06 „
b = 60,		= 2,13 „
b = 75,		= 2,17 „
b = 90,		= 2,20 „
b = ∞,		= 2,38.

Die Figur 92. ist nach letzterer Annahme konstruirt.

V. Ueber die Größe des Abtrags nach der verschiedenen Steilheit des Bergabhanges. (Fig. 94.)

Zu §. 40. des Textes.

§. 13. Es sey die halbe Straßenbreite $AB = b$, die Tangente des Neigungswinkels des Bergabhangs $AC = \alpha$, der Böschung $BC = \beta$, und die Coordinatenaxen wie auf der Figur, so ist die Gleichung

von AC, $y = \alpha x$

von BC, $y = \beta (x - b)$

also die Coordinaten des Durchschnittes beider Linien

$$x = \frac{\beta b}{\beta - \alpha}, \quad y = \frac{\alpha \beta b}{\beta - \alpha}$$

und $\Delta ABC = \frac{1}{2} \frac{\alpha \beta b^2}{\beta - \alpha}$.

Betrachten wir ein anderes Dreieck Δ', bei welchem die Tangente des Neigungswinkels des Bergabhangs $= \alpha'$

so ist $\Delta' = \frac{1}{2} \frac{\alpha' \beta b^2}{\beta - \alpha'}$, und

$$\frac{\Delta}{\Delta'} = \frac{\alpha (\beta - \alpha')}{\alpha' (\beta - \alpha)}. \qquad (33)$$

Es sey einmal die Neigung des Bergabhangs 3füßig, also $\alpha = \frac{1}{3}$, die der Böschung 1füßig, mithin $\beta = 1$, dann die erstere 5füßig, also $\alpha' = \frac{1}{5}$, so ist $\frac{\Delta}{\Delta'} = 2$.

Es sey ferner $\alpha = \frac{2}{3}$, $\beta = 1$. $\alpha' = \frac{1}{4}$, so wird $\frac{\Delta}{\Delta'} = 6$ seyn.

VI. Aufgabe.

Wenn mehrere Materialien-Arten zur Straßen-Unterhaltung vorhanden sind, wie bestimmt man, welche derselben die wenigsten Unterhaltungskosten verursacht?

Zu §. 67. des Textes.

§. 14. Es sey m der Preis der Schachtruthe Material, mit Einschluß der Verwendung, nämlich des Vertheilens, Wegkratzens und Wegschaffens des Koths, welches, auf die Straße verwendet, in einer Zeit t abgenutzt ist.

Alsdann kostet die Unterhaltung der Straße in der Einheit der Zeit $\frac{m}{t}$.

Diejenige Materialien-Art, bei welcher der Quotient $\frac{m}{t}$ der kleinste ist, wird also zur Unterhaltung der Straße die wohlfeilste seyn.

Dieses Verfahren ist allgemein zur Vergleichung der verschiedenen Materialien anwendbar, giebt jedoch keine genauen Resultate, weil sich die Zeit, nach welcher das aufgeschüttete Material abgenutzt ist, nicht mit Schärfe bestimmen läßt.

In dem besondern Falle, wenn kleingeschlagene Steine mit einander verglichen werden sollen, und keine der beiden Arten verwittert, läßt sich die Frage einfacher und genauer lösen.

Man beobachtet nämlich, daß nicht gerade das härteste Material sich am langsamsten abnutzt, weil es oft spröde ist, und sich durch den Stoß der Räder zersplittert, sondern daß das zäheste diese Eigenschaft hat, bei welchem jeder Stein sich nur dadurch verkleinert, daß kleine Theile davon abgerieben werden.

Dieselbe Erscheinung findet man ebenfalls bei dem

Zerschlagen der Steine. Ein spröder, obschon harter Stein springt oft bei dem ersten Schlage in mehrere kleine Stücke, während man einen zähen Stein wiederholt treffen muß, ehe man ihn trennt, und oft wird er durch fortgesetztes Hämmern rund geschlagen, und giebt dann beinahe nichts mehr ab.

Aus diesen Erscheinungen kann man ziemlich annähernd schließen, daß die Dauer der Steine auf der Straße dem Zeitaufwande bei dem Zerschlagen oder den Kosten desselben proportional ist. Wenn also die Kosten des Zerschlagens der Schachtruthe Material $= p$, die übrigen Kosten, nämlich für das Brechen, den Transport und die Verwendung, $= f$, sind, so ist der ganze Preis m der Schachtruthe $= p + f$, und die Dauer der Steine $= ep$, wobei e eine Constante ist. Die Kosten der Straßen-Unterhaltung während der Einheit der Zeit oder $\frac{m}{t}$ sind also

$$= \frac{p+f}{ep} = \frac{1}{e}\left(1 + \frac{f}{p}\right). \qquad (34)$$

Dieser Ausdruck wird der kleinste, wenn $\frac{f}{p}$ am kleinsten ist; mithin ist dasjenige Material von kleingeschlagenen Steinen bei der Unterhaltung das vortheilhafteste, für welches der Quotient der Förderungs-, Transport- und Verwendungskosten durch die Kosten des Kleinschlagens der kleinste ist.

Um die Vergleichung mit Sicherheit machen zu können, ist es nothwendig, daß die Steine der beiden Materialien-Arten, welche probeweise zerschlagen werden, ungefähr von gleicher Größe sind, weil das Resultat, mit Beziehung auf die Tragezeit, offenbar unrichtig würde, wenn die eine Gesteinart aus Blöcken von $\frac{3}{4}$ bis 1 Kubikfuß bestände, und die andere nur Stücke von $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{30}$ Kubikfuß enthielte.

Es sey bei einer zähen Basaltlava $f = 2$ Rthlr.

15 Sgr., p = 3 Rthlr. 15 Sgr., so ist $\frac{f}{p} = \frac{2\frac{1}{2}}{3\frac{1}{2}} = \frac{5}{7}$; ferner für einen festen Kalkstein f = 1 Rthlr. 20 Sgr., p = 1 Rthlr. 15 Sgr., so ist $\frac{f}{p} = \frac{1\frac{2}{3}}{1\frac{1}{2}} = \frac{10}{9}$, mithin ist die erstere Gesteinart vorzuziehen, obschon die Schachtruthe 2 Rthlr. 15 Sgr. + 3 Rthlr. 15 Sgr. = 6 Rthlr. kostet, während die andere nur 1 Rthlr. 20 Sgr. + 1 Rthlr. 15 Sgr. = 3 Rthlr. 5 Sgr. kostet.

VII. Ueber Querprofile der Straßen.

Zu §. 70. des Textes.

§. 15. Wenn die ganze Straßenfläche aus einem Kreisbogen bestehen soll, wie Figur 33., und die Mitte A der Straße, hier so wie bei den folgenden Fällen, als Anfang der Coordinaten, die horizontale Tangente AB daselbst als Axe der Abscissen angenommen wird, und dieselbe Straßenbreite AB = γ, die Wölbung BC = δ, der Halbmesser des Kreises = r ist, so wird des letztern Gleichung seyn:

$$x^2 + y^2 - 2ry = 0; \quad (35)$$

auch ist, da der Kreis durch den Endpunkt, für welchen $x = \gamma$, $y = \delta$, geht, $\gamma^2 + \delta^2 - 2r\delta = 0$, und hieraus

$$r = \frac{\gamma^2 + \delta^2}{2\delta}. \quad (36)$$

Um aus der Gleichung (35) die Lehre des Straßenprofils konstruiren zu können, nimmt man den Werth von y, welches $= r - \sqrt{r^2 - x^2}$. (37) Blos das Zeichen — des Radikals ist anwendbar, weil nur der Theil des Kreises über dem Mittelpunkte betrachtet wird. Aber

$$\sqrt{r^2 - x^2} = r - \tfrac{1}{2}\frac{x^2}{r} - \tfrac{1}{8}\frac{x^4}{r^3} - \tfrac{1}{16}\frac{x^6}{r^5} - \text{etc.}$$

Die Termini hinter x^2 sind bei der geringen Ausdehnung des Kreisbogens, welchen wir betrachten, ohne Einfluß, daher wir annehmen

$$\sqrt{r^2 - x^2} = r - \tfrac{1}{2}\frac{x^2}{r}, \text{ also nach (37)}$$

$$\left.\begin{aligned} y &= \tfrac{1}{2}\frac{x^2}{r} \\ r &= \frac{\gamma^2 + \delta^2}{2\delta} \end{aligned}\right\}. \qquad (38)$$

Es wird also anstatt des Kreisbogens eigentlich der Bogen einer Parabel, deren Parameter $= \frac{1}{2} r$, angenommen.

§. 16. Die Ellipse, welche wir als Straßenfläche auf die ganze Breite annehmen (Fig. 34.), hat, wenn für den Rand E der Fahrbahn $x = \alpha, y = \beta,$ für den Straßenrand B $x = \gamma, y = \delta$ gesetzt, und die beiden Axen der Ellipse mit a und b bezeichnet werden, zur Gleichung

$$b^2 x^2 - 2 a^2 b y + a^2 y^2 = o. \qquad (39)$$

Zur Bestimmung von a und b haben wir die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} b^2 \alpha^2 - 2 a^2 b \beta + a^2 \beta^2 &= o \\ b^2 \gamma^2 - 2 a^2 b \delta + a^2 \delta^2 &= o \end{aligned}\right\}, \qquad (40)$$

woraus man nach allen Reduktionen findet

$$\left.\begin{aligned} a^2 &= \tfrac{1}{4}\frac{(\alpha^2\delta^2 - \gamma^2\beta^2)^2}{(\alpha^2\delta - \gamma^2\beta)(\delta - \beta)\beta\delta} \\ b &= \tfrac{1}{2}\frac{\alpha^2\delta^2 - \gamma^2\beta^2}{\alpha^2\delta - \gamma^2\beta} \end{aligned}\right\}. \qquad (41)$$

Da beide Größen nothwendig positiv seyn müssen, so haben, wenn die Aufgabe möglich ist, die Größen

$$\alpha^2\delta^2 - \gamma^2\beta^2,\ \alpha^2\delta - \gamma^2\beta \text{ und } \delta - \beta$$

gleiche Zeichen; also ist entweder

$$\alpha^2\delta^2 < \gamma^2\beta^2,\ \alpha^2\delta < \gamma^2\beta,\ \delta < \beta,$$

oder umgekehrt

$$\alpha^2\delta^2 > \gamma^2\beta^2,\ \alpha^2\delta > \gamma^2\beta,\ \delta > \beta,$$

also zugleich

$$\frac{\delta}{\gamma} < \frac{\beta}{\alpha}, \quad \frac{\delta}{\beta} < \frac{\gamma^2}{\alpha^2}, \quad \delta < \beta$$

oder umgekehrt seyn.

Die Aufgabe wird auch unmöglich, wenn

1) $\frac{\delta}{\gamma} = \frac{\beta}{\alpha}$, weil dann die drei Punkte auf einer geraden Linie liegen;

2) $\frac{\delta}{\beta} = \frac{\gamma^2}{\alpha^2}$, weil sie auf einer Parabel liegen;

3) $\delta = \beta$, wenn zwei Punkte auf einer Parallele mit der Abscissen-Axe liegen.

Die Gleichung (39) giebt

$$y = b\left(1 - \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}\right), \qquad (42)$$

woraus, verbunden mit (41), die Lehre konstruirt werden kann. In Reihen läßt sich der Werth von y nicht entwickeln, weil sie nicht genug convergiren.

§. 17. Es bestehe nunmehr die Fahrbahn aus einem Kreisbogen, und die Fußwege aus geraden, den Bogen tangirenden Linien (Fig. 35.), und es sey für E $x = \alpha$, $y = \beta$, für C $x = \gamma$, $y = \delta$, die Neigung des Fußweges EC auf den Horizont $= \mu$, der Halbmesser $= r$, so ist die Gleichung des Kreises, wie in §. 15.,

$$\left.\begin{aligned} x^2 + y^2 - 2ry &= 0 \\ \text{und, wie man leicht findet, } r &= \frac{\alpha}{\text{Sin. } \mu} \end{aligned}\right\}. \qquad (43)$$

Die halbe Breite der Fahrbahn α und der Straße γ sind jedenfalls gegeben, aber β, δ und μ hängen von einander ab, und ihre Relationen sind noch aufzufinden.

Wenn man die Coordinaten des Punktes E und den Werth von r in die Gleichung des Kreises substituirt, so ist

$$\left.\begin{aligned} \alpha^2 + \beta^2 - \frac{2\alpha\beta}{\text{Sin. } \mu} &= 0 \\ \text{ferner ist Tang. } \mu &= \frac{\delta - \beta}{\gamma - \alpha} \end{aligned}\right\}. \qquad (44)$$

Nehmen wir μ als bekannt an, so giebt die erste Gleichung

$$\beta = \frac{\alpha}{\text{Sin. } \mu} - \sqrt{\frac{\alpha^2}{\text{Sin.}^2 \mu} - \alpha^2},$$ oder nach allen Reduktionen

$$\left.\begin{aligned} \beta &= \alpha \left(\frac{1}{\text{Sin. } \mu} - \frac{1}{\text{Tang. } \mu}\right) \\ \text{die zweite } \delta &= \beta + (\gamma - \alpha) \text{ Tang. } \mu \end{aligned}\right\}. \quad (45)$$

Ist hingegen β bekannt, so giebt die erste Gleichung

$$\left.\begin{aligned} \text{Sin. } \mu &= \frac{2\alpha\beta}{\alpha^2 + \beta^2} \\ \text{und die zweite } \delta &= (\gamma - \alpha) \text{ Tang. } \mu + \beta \end{aligned}\right\}. \quad (46)$$

Gewöhnlich ist aber nur die Straßenwölbung δ gegeben, und dann würde sich der Werth von μ nur durch eine Gleichung vom 4ten Grade bestimmen lassen. Da aber Tang. μ höchstens $= 0{,}08$, wovon der Sinus $= 0{,}07975$ nur um 0,0025 differirt, so können wir ohne merklichen Fehler Tang. μ = Sin. μ annehmen.

Die erste Gleichung von (44) giebt dann

$$\beta = \frac{\alpha}{\text{Sin. } \mu}(1 - \sqrt{1 - \text{Sin.}^2 \mu}),$$

oder, wenn man das Radikal entwickelt und die Potenzen von Sin. μ über der zweiten wegläßt,

$\beta = \frac{1}{2} \alpha$ Sin. μ.

Der Werth von β aus der zweiten Gleichung, wenn man Sin. μ für Tang. μ setzt, ist

$\beta = \delta - (\gamma - \alpha)$ Sin. μ, also

$\delta - (\gamma - \alpha)$ Sin. $\mu = \frac{1}{2} \alpha$ Sin. μ, woraus

$$\left.\begin{aligned} \text{Sin. } \mu &= \frac{2\delta}{2\gamma - \alpha} \\ \text{und } \beta &= \frac{\alpha\delta}{2\gamma - \alpha} \end{aligned}\right\}. \quad (47)$$

Der Bogen wird nach den Formeln

$$\left.\begin{aligned} y &= \tfrac{1}{2} \frac{x^2}{r}, \quad r = \frac{\alpha(2\gamma - \alpha)}{2\delta} \end{aligned}\right\} \quad (48)$$

konstruirt werden.

§. 18.

§. 18. Die Bedingung, daß die Straßenfläche eine geschweifte Form erhalten soll, läßt sich durch Anwendung der Parabel $y = cx^2 + dx^4$ (49) erfüllen, und zwar auf zweierlei Art:

1) wenn man die Straßenwölbung und das Gefälle des Fußweges am Straßenrande als gegeben betrachtet. (Das Gefälle des Fußweges wird deswegen bestimmt, um dem Fußgänger einen bequemen Gang zu sichern.) (Fig. 37.) Es sey für den Punkt c, $x = \gamma$, $y = \delta$, und die Tangente des Neigungswinkels $\frac{dy}{dx} = m$, also aus (49)

$$\delta = c\gamma^2 + d\gamma^4,$$

und wenn man (49) differenzirt und für x, y, $\frac{dy}{dx}$ ihre Werthe setzt

$$m = 2c\gamma + 4d\gamma^3.$$

Aus beiden Gleichungen ergiebt sich

$$\left.\begin{aligned} c &= \frac{4\delta - m\gamma}{2\gamma^2}, \quad d = \frac{m\gamma - 2\delta}{2\gamma^4} \\ \text{und (49) wird} \\ y &= \frac{4\delta - m\gamma}{2\gamma^2}x^2 + \frac{m\gamma - 2\delta}{2\gamma^4}x^4 \end{aligned}\right\} \quad (50)$$

Um die Stelle der Einbiegung, oder, wie sie oben genannt wird, der Schweifung zu finden, setzen wir $\frac{d^2y}{dx^2}$, welches

$$= 2c + 12dx^2 = 0.$$

$$\text{also } x = \sqrt{-\frac{c}{6d}} = \gamma\sqrt{\frac{m\gamma - 4\delta}{6(m\gamma - 2\delta)}}. \quad (51)$$

Da die Einbiegung nicht in die Fahrbahn fallen darf, so muß, wenn α deren halbe Breite bezeichnet,

$$\alpha = \text{oder} < \gamma\sqrt{\frac{m\gamma - 4\delta}{6(m\gamma - 2\delta)}} \text{ seyn.}$$

Es sey als Beispiel, $\alpha = 10'$, $\gamma = 16'$, $\delta = \frac{3}{4}'$, $m = 0{,}06$,

so ist $c = \frac{1{,}02}{16^2}$, $d = -\frac{0{,}27}{16^4}$

und an der Einbiegung $x = 10{,}9$.

Da hier $\alpha < x$, so ist die Aufgabe mit den angenommenen Maaßen erfüllt.

2) Wenn die Straßenwölbung und die Bedingung gegeben ist, daß die Einbiegung am Rande der Fahrbahn statt finden soll. (Fig. 38.)

Es sey wie im vorigen Falle für c, $x = \gamma$, $y = \delta$, die halbe Breite der Fahrbahn $= \alpha$, so haben wir nach (49) und dem Werthe von $\frac{d^2 y}{dx^2} = o$ die beiden Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} \delta &= c\gamma^2 + d\gamma^4 \\ c &+ 6d\alpha^2 = o \end{aligned}\right\}, \qquad (52)$$

hieraus

$$\left.\begin{aligned} c &= \frac{6\alpha^2\delta}{(6\alpha^2-\gamma^2)\gamma^2}, \quad d = -\frac{\delta}{(6\alpha^2-\gamma^2)\gamma^2} \\ \text{und } y &= \frac{6\alpha^2\delta}{(6\alpha^2-\gamma^2)\gamma^2}x^2 - \frac{\delta}{(6\alpha^2-\gamma^2)\gamma^2}\cdot x^4 \end{aligned}\right\}. \qquad (53)$$

§. 19. Wir betrachten schließlich noch das Querprofil, welches aus zwei geraden, in der Mitte mit einem Kreisbogen verbundenen Linien besteht. (Fig. 39.) Die Formeln (47) sind hier anwendbar, nur bezeichnet α nicht mehr die halbe Breite der Fahrbahn, sondern die halbe Breite des Kreisbogens, die wir η nennen wollen, und wir finden dann

$$\left.\begin{aligned} \text{Sin. } \mu &= \frac{2\delta}{2\gamma-\eta} \\ \beta &= \frac{\eta\delta}{2\gamma-\eta} \end{aligned}\right\}. \qquad (54)$$

§. 20. Als Resultate obiger Berechnungen finden wir also, wenn die Straßenmitte als Anfang der Coordinaten, die dortige Tangente des Straßenbogens als Ab-

sciſſenlinie angenommen für den Rand der Verſteinung $x = \alpha$, $y = \beta$, für den Straßenrand $x = \gamma$, $y = \delta$ geſetzt wird:

1) wenn die ganze Straßenfläche aus einem einzigen Kreisbogen beſteht (Fig. 33.)

$$y = \tfrac{1}{2}\frac{x^2}{r}, \quad r = \frac{\gamma^2 + \delta^2}{2\delta};$$

2) wenn ſie aus einem elliptiſchen Bogen beſteht (Figur 34.)

$$y = b\left(1 - \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}\right), \quad a^2 = \tfrac{1}{4}\frac{(\alpha^2\delta^2 - \gamma^2\beta^2)^2}{(\alpha^2\delta - \gamma^2\beta)(\delta - \beta)\beta\delta},$$

$$b = \tfrac{1}{2}\frac{\alpha^2\delta^2 - \gamma^2\beta^2}{\alpha^2\delta - \gamma^2\beta};$$

3) wenn die Fahrbahn aus einem Kreisbogen und die Fußwege aus zweien, dem Bogen tangenten, geraden Linien beſteht, die mit dem Horizonte einen Winkel $= \mu$ machen (Fig. 35.)

$$y = \tfrac{1}{2}\frac{x^2}{r}, \quad r = \frac{\alpha(2\gamma - \alpha)}{2\delta},$$

$$\text{Sin. } \mu = \frac{2\delta}{2\gamma - \alpha}, \quad \beta = \frac{\alpha\delta}{2\gamma - \alpha};$$

4) wenn die Straßenfläche aus dem Bogen einer Parabel beſteht, welche am Straßenrande eine Neigung auf den Horizont hat, deſſen Tangente $= m$ (Fig. 37.)

$$y = \frac{4\delta - m\gamma}{2\gamma^2}x^2 + \frac{m\gamma - 2\delta}{2\gamma^4}x^4;$$

5) wenn ſie aus einem Bogen der nämlichen Parabel beſteht, deſſen Einbiegung auf dem Rande der Fahrbahn liegt (Fig. 38.)

$$y = \frac{6\alpha^2\delta}{(6\alpha^2 - \gamma^2)\gamma^2}x^2 - \frac{\delta}{(6\alpha^2 - \gamma^2)\gamma^2}x^4;$$

6) wenn ſie aus zwei geraden Linien beſteht, die in der Mitte durch einen Kreisbogen verbunden ſind, deſſen

halbe Breite $= \eta$, die Neigung der geraden Linie auf den Horizont $= \mu$ (Fig. 39.)

$$\text{Sin. } \mu = \frac{2\delta}{2\gamma - \eta}, \quad \beta = \frac{\eta\delta}{2\gamma - \eta}.$$

Hiernach werden die Maaße der Lehren in jedem besondern Falle berechnet, so wie es auch für die Figuren 33 bis 39. geschehen ist.

VIII. Bestimmung der Kreisbogen, welche gerade Straßenrichtungen verbinden.

Zu §. 96. des Textes.

§. 21. Die einfachste krumme Linie zur Verbindung der geraden Straßenrichtungen ist ein Kreisbogen DF, welcher die beiden geraden Linien BD, CF berührt (Figur 95.). Damit der Zug in der Krümmung nicht merklich erschwert werde, muß der Bogen sehr flach und also der Halbmesser so groß angenommen werden, als es die Umstände erlauben; jedoch reicht ein Halbmesser von 150′ für das schwerste Frachtfuhrwerk hin: denn wenn wir dessen Länge von den Hinterrädern zum Kopfe der vordersten Pferde zu 60′ annehmen, und diese als eine Sehne im Bogen betrachten, so wird der Pfeil nur von

$$150' - \sqrt{150^2 - \left(\frac{60}{2}\right)^2} = 3' \text{ seyn,}$$

der Zug also nur unmerklich erschwert werden.

Die Lage des Bogens wird durch den gegebenen Halbmesser OD und den Winkel BAC bestimmt. Es sey OD $= r$, $\angle$ BAC $= \alpha$, so ist

$$\left.\begin{aligned} AE = AO - r &= \frac{r}{\text{Sin. } \frac{1}{2}\alpha} - r \\ AD &= \frac{r}{\text{Tang. } \frac{1}{2}\alpha} \end{aligned}\right\}. \qquad (55)$$

Für einen Halbmesser von 150′ sind also die Werthe

von bei einem Winkel von —		AE,		AD	
	180°	′	″	′	″
	170	—	—	—	—
	160	0	7	13	1
	150	2	4	26	5
	140	5	4	40	2
	130	9	7	54	7
	120	15	6	70	—
	110	23	2	86	7
	110	33	1	105	—
	100	45	10	125	11
	90	62	1	150	—

Man sieht aus dieser Tabelle durch die Werthe des Pfeils AE, daß der Kreisbogen von 150′ Halbmesser bis zu Winkeln von 90° bei einem Terrain, dessen Querprofile wenig Fall haben, sehr wohl anwendbar ist, da bei einem Gefälle von $\frac{1}{20}$ des Querprofils an A, der Abtrag an E nur um $\frac{62' 1''}{20'}$ oder 3′ 1″ höher würde, als er an A wäre. Bei einem Gefälle des Querprofils von $\frac{1}{4}$ und einem Winkel von 90° würde der Abtrag aber schon um $\frac{62' 1''}{4} = 15' 6''$ höher, also ist der Halbmesser von 150′ dann nicht mehr anzunehmen. In solchen Fällen nimmt man ihn geringer, und nur zu 100′ oder 60′ an, wofür ich die folgende Tabelle berechnet habe.

Winkel der Straßenrichtungen.	Halbmesser = 100′				Halbmesser = 60′			
	AE =		AD =		AE =		AD =	
	′	″	′	″	′	″	′	″
140°	6	5	36	5	3	10	21	10
130	10	4	46	8	6	2	28	0
120	15	6	57	8	9	4	34	7
110	22	1	70	0	13	3	42	0
100	30	6	83	11	18	4	50	5
90	41	5	100	0	24	10	60	0
80	55	7	119	2	33	5	71	6

IX. Genaue Berechnung des Kubikinhalts des Auf- und Abtrags.

Zu §. 108 und 111. des Textes.

§. 22. Um die Durchschnitte des Terrains und der Straßenflächen berechnen zu können, ist es nöthig, über die Darstellung des erstern etwas zu bestimmen.

Die Darstellung des Terrains nach §. 6. des Textes ist zur Berechnung der Erdarbeiten nicht bequem, daher man zu diesem Behufe die auf einander folgenden Querprofile durch vertikale und mit der Straßenaxe parallele Ebenen schneidet, und annimmt, daß die geraden Linien, welche die Durchschnittspunkte verbinden, auf der Terrainfläche liegen.

Die Verbindung je zweier geraden Linien der Querprofile durch die in den Vertikalebenen liegenden Linien bildet einen Theil einer Hyperboloide mit ununterbrochener Höhlung, wie sich aus folgender Berechnung ergiebt.

Nehmen wir die Straßenaxe als Axe der x an, die da durch gehende Horizontalebene als die Ebene der xy, eine auf die Axe der x senkrechte Ebene als die der yz, um ein rechtwinkliges Coordinaten-System zu erhalten.

Die Gleichungen zweier korrespondirenden Linien EH, FG (Fig. 96.) der auf einander folgenden Querprofile, welche der Ebene der yz parallel sind, werden seyn:

$$\left.\begin{aligned} x &= m \\ y &= az \mp b \end{aligned}\right\} \qquad \left.\begin{aligned} x &= n \\ y &= cz + d \end{aligned}\right\},$$

Eine beliebige, mit der Ebene xz parallele Ebene MNPO, deren Gleichung $y = \alpha$ (58), wird die beiden Linien in zwei Punkten M und O schneiden, deren Coordinaten durch die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} x &= m \\ y &= \alpha \\ y &= az + b \end{aligned}\right\} \qquad \left.\begin{aligned} x &= n \\ y &= \alpha \\ y &= cz + d \end{aligned}\right\},$$

$$\text{also } z = \frac{\alpha - b}{a}, \quad z = \frac{\alpha - d}{c}$$

gegeben sind.

Die durch die beiden Punkte gehende gerade Linie ist mit der Ebene xz parallel, und hat die Gleichungen:

$$y = \alpha, \qquad x = fz + g.$$

Sie geht auch durch die zwei Punkte M und O, also:

$$m = f \cdot \frac{\alpha - b}{a} + g; \quad n = f \cdot \frac{\alpha - d}{c} + g,$$

hieraus

$$f = \frac{(m - n)\,ac}{\alpha(c - a) + ad - bc},$$

$$g = \frac{\alpha(nc - ma) + adm - bcn}{\alpha(c - a) + ad - bc},$$

und die Gleichungen der geraden Linien werden:

$$y = \alpha, \; x = \frac{(m - n)\,ac}{\alpha(c - a) + ad - bc} \times z + \frac{\alpha(nc - ma + adm - bcn}{a(c - a) + ad - bc}.$$

Wenn man α unter diesen beiden Gleichungen eliminirt, so erhält man die Gleichung der krummen Fläche

$$x(y(c - a) + ad - bc) = (m - n)\,acz + y(cn - am) + adm - bcn,$$

oder

$$(c - a)\,xy + (ad - bc)\,x + (am - cn)\,y + (n - m)\,acz = adm - bcn,$$

und wenn man die Coefficienten der einzelnen Theile und die constante Größe des zweiten Theils durch einzelne Buchstaben ausdrückt,

$$Axy + Bx + Cy + Dz = E, \qquad (56)$$

welche wirklich eine einseitige Hyperboloide vorstellt.

Um zu zeigen, daß, wie im Texte gesagt worden, der Durchschnitt dieser Fläche mit den Straßenebenen krumme Linien giebt, schneiden wir jene durch die Ebene

$$z = Mx + Ny + P,$$

so wird die Projektion des Durchschnittes auf die Ebene der xy die Gleichung haben:

$$Axy+Bx+Cy+D(Mx+Ny+P)=E,$$

oder

$$Axy+(B+DM)x+(C+DN)y=E-DP, \quad (57)$$

also eine Hyperbel seyn, deren Asymptoten den beiden Coordinaten-Axen parallel sind.

§. 23. Um den Kubikinhalt des Auf- und Abtrags zu finden, betrachten wir eine Hyperboloide des vorigen §. mit den nämlichen Coordinaten-Ebenen, und suchen den Kubikinhalt des Raumes, welcher zwischen der krummen Fläche und der Ebene der xy, zwischen zwei Ebenen AEHD und BFGC, die mit yz, und zwischen zwei Ebenen ABFE und CDHG, die mit xz parallel sind, begriffen ist. (Fig. 96.)

Die zwei mit yz parallelen Ebenen sind die Vertikalebenen der auf einander folgenden Querprofile, deren Entfernung a sey, die mit xz parallelen aber die parallelen Ränder des Körpers, bei welchen der Abstand der ersten von der Ebene $xz = b$, für die zweite aber b' sey.

Wenn wir zwei auf einander folgende, mit xz parallele und um dy von einander entfernte Ebenen MNPO, M'N'P'O' annehmen, so werden sie die krumme Fläche nach zwei geraden Linien MO, M'O', aus dem Körper selbst aber ein prismatisches Element schneiden, welches ein Trapez als Basis und dy zur Höhe hat.

Wenn wir z die vertikale Coordinate MN der Linie auf einer der mit yz parallelen Ebene, z' aber dieselbe OP auf der zweiten Ebene nennen, so wird die Basis des Prisma's gleich seyn $\frac{1}{2}(z+z')\,a$, und das Element des Körpers $= \frac{1}{2}(z+z')\,a\,dy$, und wenn man zwischen $y=b$ und $y=b'$ integrirt, der Inhalt des Körpers ABCDEFGH gleich seyn

$$\tfrac{1}{2}\int(z+z')\,a\,dy = \tfrac{1}{2}a\left(\int z\,dy+\int z'\,dy\right). \quad (58)$$

$\int z\,dy$, zwischen $y=b$ und $y=b'$ integrirt, stellt

aber die Fläche ADHE, und $\int z' dy$, in den nämlichen Grenzen integrirt, die Fläche BCGF vor.

Der Körper ABCDEFGH ist also gleich der halben Summe der Flächen ADHE und BCFG, multiplicirt mit ihrer Entfernung a.

Ebenso wird der Körper ABCDE'F'G'H' gleich seyn der halben Summe der Flächen ADE'H' und BCF'G', multiplicirt mit ihrer Entfernung a.

Die Differenz beider Körper oder EFGHE'F'G'H' ist also gleich der halben Summe der Differenzen der Flächen, oder der halben Summe der Flächen EHE'H' und FGF'G', multiplicirt mit ihrer Entfernung a.

Die Formel $\frac{1}{2}$ a $(\int z\,dy + \int z'\,dy)$ gilt, ohne daß irgend ein Verhältniß zwischen z und y und zwischen z' und y' bestimmt worden wäre, also für jede gerade oder krumme Linie oder eine beliebige Anzahl von an einander stoßenden geraden oder krummen Linien, welche auf den Flächen ADH und BCG liegen, in so fern nur der körperliche Raum durch zwei mit der Ebene xz parallele Ebenen eingeschlossen ist. Der Kubikinhalt des Auf- oder Abtrags mit parallelen Rändern ist also, wie dieses in §. 110. des Textes ausgesprochen ist, gleich der halben Summe der Querprofile, multiplicirt durch die Entfernung beider Profile.

Zur Bestimmung des Inhalts eines abgestumpften Prisma's (Fig. 73.), an welchem BCFE die in dem vorigen §. angenommene krumme Fläche ist, bei der jedoch die Linie BC als gerade angesehen wird, betrachten wir allgemeiner einen solchen Körper, an dem keine Höhe = o ist, wie Fig. 74.

Setzen wir AE = a, BH = b, CG = c, DF = d, und tragen EE' = b in die Verlängerung von AE, ebenso HH' = a, FF' = c, GG' = d, so ist AE' = BH' und DF' = CG', also E'H' und F'G' parallel mit AB und CD, also auch unter sich.

Wenn wir nun durch $E'H'$ und $F'G'$ eine Ebene führen, so wird der Körper AG' ein vierseitiges abgestumpftes Prisma seyn, welches von der durch AE und CG geführten Ebene in zwei dreiseitige abgestumpfte Prismen zerlegt wird.

Der Inhalt eines solchen Prisma's ist gleich einem Drittheil der Basis, multiplicirt mit der Summe der drei Höhen, also:

$$ACH' = \tfrac{1}{3}\,ABC\,(AE' + BH' + CG')$$
$$= \tfrac{1}{3}\,ABC\,(2a + 2b + c + d)$$
$$ACF' = \tfrac{1}{3}\,ADC\,(a + b + 2c + 2d)$$

und endlich das viereckige abgestumpfte Prisma:

$$AG' = \tfrac{1}{3}\,ABC\,(2a + 2b + c + d) + \tfrac{1}{3}\,ADC\,(a + b + 2c + 2d).$$

Dieses ist aber dem Inhalte nach = zweimal dem Prisma AG, weil jeder mit der Fläche $ABH'E'$ gemachte Durchschnitt des ersten Körpers das Doppelte des ähnlichen Durchschnitts des zweiten ist, also:

$$AG = \tfrac{1}{6}\,ABC\,(2a + 2b + c + d)$$
$$+ \tfrac{1}{6}\,ADC\,(a + b + 2c + 2d), \quad (59)$$

oder, da $ABC = \tfrac{1}{2}\,mp$, $ADC = \tfrac{1}{2}\,np$,

$$AG = \tfrac{1}{12}\,p\,[m\,(2a + 2b + c + d)$$
$$+ n\,(a + b + 2c + 2d)]. \quad (60)$$

In Fig. 73. ist $b = o$, $c = o$, also

$$ABCDEF = \tfrac{1}{12}\,p\,[m\,(2a + d) + n\,(a + 2d)]. \quad (61$$

X. Vergleichung der Resultate, wenn man die Erdarbeiten bei Durchschnitten nach der genauen Formel $\frac{1}{1\frac{1}{2}}\ p\ [m\ (2a + d) + n\ (a + 2d)]$ oder nach der Näherungsformel $\frac{1}{2}$ korresp. Länge × Querprofil berechnet.

Zu § 112. des Textes.

§. 24. Im ersten Falle (Fig. 75.) ist $m = \frac{A\,a}{a + b'}$ $n = \frac{A\,d}{c + d'}$ also der genaue Kubikinhalt des Abtrags $= \frac{1}{1\frac{1}{2}}\ Ap\ \left[\frac{a\ (2a + d)}{a + b} + \frac{d\ (a + 2d)}{c + d}\right]$.

Im zweiten Falle ist der Flächeninhalt des Abtrags $\frac{1}{2}\ p\ (a + d)$, der Flächeninhalt des Auftrags $\frac{1}{2}\ p\ (b + c)$, und die korrespondirende Länge wird durch die Proportion gegeben:

$$\tfrac{1}{2}p(a+d) + \tfrac{1}{2}p(b+c) : \tfrac{1}{2}p(a+d) : A : x = \frac{A\,(a+d)}{a+b+c+d'}$$

also ist durch die Näherungsformel der annähernde Kubikinhalt des Abtrags $= \frac{1}{4}\ Ap\ \frac{(a+d)^2}{a+b+c+d}$.

Den Auftrag findet man, indem in beiden Formeln a mit b, d mit c, und umgekehrt verwechselt wird, also ist der genaue Kubikinhalt des Auftrags $= \frac{1}{1\frac{1}{2}} Ap\ \left[\frac{b\,(2b+c)}{a+b} + \frac{c(b+2c)}{2+d}\right]$, der annähernde Kubikinhalt des Auftrags $= \frac{1}{4}\ Ap\ \frac{(b+c)^2}{a+b+c+d}$.

Da es besonders darauf ankommt, den Unterschied in Procenten des genauen Auf- und Abtrags zu kennen, so lassen sich die vier Formeln durch den gemeinschaftlichen

Faktor $\frac{1}{4}$ Ap dividiren, und man hat für den Abtrag die Formeln

$$\left.\begin{array}{l}\frac{1}{3}\left[\frac{a(2a+d)}{a+b}+\frac{d(a+2d)}{c+d}\right](\alpha), \text{ und } \frac{(a+d)^2}{a+b+c+d}(\beta)\\ \text{und für den Auftrag die Formeln}\\ \frac{1}{3}\left[\frac{b(2b+c)}{a+b}+\frac{c(b+2c)}{c+d}\right](\gamma), \text{ und } \frac{(b+c)^2}{a+b+c+d}(\delta)\end{array}\right\}(62)$$

zu vergleichen.

Wenn $a:b=d:c$, in welchem Falle $EM=HN$, und der Auf- und Abtrag zwei dreieckige Prismen werden, müssen die beiden Formeln gleiche Werthe geben, und wirklich, wenn wir $d=an$, $c=bn$ setzen, so giebt der genaue Inhalt

$$\frac{1}{3}\left[\frac{a(2a+na)}{a+b}+\frac{na(a+2na)}{n(a+b)}\right]$$

$$=\frac{1}{3}a^2\left[\frac{2+n}{a+b}+\frac{1+2n}{a+b}\right]=\frac{(1+n)a^2}{a+b},$$

der annähernde Inhalt

$$\frac{(a+na)^2}{a+b+nb+na}=\frac{(1+n)^2a^2}{(1+n)(a+b)}=\frac{(1+n)a^2}{a+b}.$$

Diese Gleichheit findet also auch in den zwei besondern Fällen statt:

1) wenn die Terrainlinie an den beiden Profilen mit der Straßenlinie parallel ist, also $a=d$, $b=c$;
2) wenn das Längenprofil des Terrains mit dem Längenprofil der Straße nach EF und GH parallel ist, also $a=b$, $c=d$.

Wenn hingegen die Querprofile des Terrains nur unter sich parallel sind, ohne es mit den Straßenlinien zu seyn, also $a+b=c+d$, so geben die beiden Formeln immer ungleiche Resultate; denn

1) wird $\frac{1}{3}\left[\frac{a(2a+d)}{a+b}+\frac{d(a+2d)}{a+b}\right]=\frac{2}{3}\cdot\frac{a^2+ad+d^2}{a+b}$,

2) " $\frac{(a+d)^2}{a+b+a+b}=\frac{1}{2}\cdot\frac{(a+d)^2}{a+b}$.

Beide Werthe sind nur dann gleich, wenn $\frac{2}{3}(a^2+ad+d^2) = \frac{1}{2}(a+d)^2$, oder wenn $a^2-2ad+d^2=0$, oder $a=d$, also $a=b=c=d$, nämlich wenn die Fläche des Terrains mit der Fläche der Straße parallel ist, welche Bedingung die beiden vorigen besondern Fälle in sich vereinigt.

§. 25. In allen andern Fällen lassen sich die beiden Formeln nur dadurch vergleichen, daß man den 4 Höhen bestimmte Werthe giebt.

Nehmen wir zuvörderst an, daß die Straße mit dem Terrain dem Längenprofile nach ungefähr gleiches Gefälle habe, und $a=b$, c aber von d nicht sehr verschieden sey.

1) Es sey $a=b$, $c=1{,}5a$, $d=1{,}2a$, so geben die Formeln von (62)
   (α) $1{,}04a$, (β) $1{,}03a$, Unterschied 1 p. C.,
   (γ) $1{,}32a$, (δ) $1{,}33a$ " 1 "
2) $a=b$, $c=2a$, $d=2{,}4a$,
   (α) $1{,}79a$, (β) $1{,}80a$, Unterschied $\frac{1}{2}$ p. C.,
   (γ) $1{,}42a$, (δ) $1{,}41a$ " 1 "
3) $a=b$, $c=3a$, $d=4a$,
   (α) $2{,}71a$, (β) $2{,}77a$, Unterschied 2 p. C.,
   (γ) $1{,}83a$, (δ) $1{,}78a$ " 3 "

Es seyen ferner die Querprofile der Straße und des Terrains ungefähr parallel, wie dieses in ziemlich ebenen Gegenden statt findet, so daß a von d und b von c nicht sehr verschieden sind.

1) Es sey $b=2a$, $c=2{,}5a$, $d=1{,}2a$, so wird
   (α) $0{,}71a$, (β) $0{,}72a$, Unterschied 1 p. C.,
   (γ) $3{,}02a$, (δ) $3{,}02a$ " 0 "
2) $b=3a$, $c=4a$, $d=1{,}5a$,
   (α) $0{,}65a$, (β) $0{,}66a$, Unterschied 1 p. C.,
   (γ) $5{,}16a$, (δ) $5{,}16a$ " 0 "
3) $b=5a$, $c=7a$, $d=1{,}8a$,
   (α) $0{,}52a$, (β) $0{,}53a$, Unterschied 2 p. C.,
   (γ) $9{,}76a$, (δ) $9{,}73a$ " $\frac{1}{3}$ "

4) b = 4a, c = 7a, d = 0,8a,
(α) 0,28a, (β) 0,26a, Unterschied 7 p. C.,
(γ) 9,39a, (δ) 9,44a = $\frac{1}{2}$ =

Betrachten wir noch den Fall, daß die Terrainlinien der Querprofile unter sich ungefähr parallel sind, ohne es mit den Straßenlinien zu seyn, wie dieses in den Steigen vorkommt.

1) Es sey b = 2a, c = 1,6a, d = 1,4a,
(α) 0,97a, (β) 0,96a, Unterschied 1 p. C.,
(γ) 2,17a, (δ) 2,16a = $\frac{1}{2}$ =

2) b = 2,5a, c = 3,5a, d = 0,8a,
(α) 0,43a, (β) 0,42a, Unterschied 2 p. C.,
(γ) 4,60a, (δ) 4,62a = $\frac{1}{2}$ =

3) b = 5a, c = 7a, d = 0,
(α) 0,111a, (β) 0,077a, Unterschied 31 p. C.,
(γ) 11,05, (δ) 11,08 = $\frac{1}{3}$ =

4) b = 0, c = 1,5a, d = 0,
(α) 0,67a, (β) 0,40a, Unterschied 40 p. C.,
(γ) a, (δ) 09a = 10 =

Nehmen wir endlich den ziemlich seltenen Fall an, daß das Gefälle des Terrains in entgegengesetzter Richtung geht.

1) Es sey b = 1,2a, c = a, d = 0,8a,
(α) 0,81a, (β) 0,81a, Unterschied 0,
(γ) 1,21a, (δ) 1,21a, = 0

2) b = 1,8a, c = a, d = 1,2a,
(α) a, (β) 0,97a, Unterschied 3 p. C.,
(γ) 1,56a, (δ) 1,57a = $\frac{2}{3}$ =

3) b = 2,5a, c = a, d = 2a,
(α) 1,49a, (β) 1,39a, Unterschied 7 p. C.,
(γ) 1,93a, (δ) 1,90a = $1\frac{1}{2}$ =

4) b = 1,8a, c = 3a, d = 3,2a,
(α) 1,89a, (β) 1,96a, Unterschied 4 p. C.,
(γ) 2,67a, (δ) 2,56a = 4 =

Man sieht, daß die größern Procentsätze der Unterschiede

meistens auf die kleinern Quantitäten fallen, daher die Fehler im Kubikinhalte dort auch nicht groß sind.

XI. Bestimmung der Form der Serpentinen.

Zu §. 113. des Textes.

§. 26. Die Bedingung, daß die Pferde bei dem Ziehen des Wagens in der Krümmung der Serpentine die nämliche Kraft anzuwenden haben, als bei dem geraden Zuge in einer Steige von $8''$ Gefälle auf die Ruthe, wird auf folgende Art in Rechnung gebracht:

Wir nehmen an, daß sich das Gespann auf der Mitte der Straße bewegt, so daß die Zuglinie jedes Pferdepaars eine Sehne des Kreisbogens der Serpentine bildet, und also in Fig. 97. AK die Richtung der Langwiede, AB die Zuglinie der Deichselpferde, BC des ersten, CD des zweiten und DE des dritten Paars Vorderpferde wäre.

Wenn wir die Bezeichnungen der Figur annehmen, und die Tangente tBt' führen, so ist $\beta = cBt + tBC$; $cBt = ABt'$ ist aber als Winkel zwischen Sehne und Tangente der Hälfte des Centriwinkels AOB gleich, also da $\text{Sin.} \frac{1}{2} AOB = \frac{a}{2r}$, $cBt = \angle\left(\text{Sin.} = \frac{a}{2r}\right)$, eben so $tBC = \angle\left(\text{Sin.} = \frac{b}{2r}\right)$, mithin

$$\beta = \angle\left(\text{Sin.} = \frac{a}{2r}\right) + \angle\left(\text{Sin.} = \frac{b}{2r}\right),$$

$$\text{und } \gamma = \angle\left(\text{Sin.} = \frac{b}{2r}\right) + \angle\left(\text{Sin.} = \frac{c}{2r}\right),$$

$$\delta = \angle\left(\text{Sin.} = \frac{c}{2r}\right) + \angle\left(\text{Sin.} = \frac{d}{2r}\right);$$

die Winkel β, γ, δ sind also, wenn r gegeben ist, bekannt.

Gewöhnlich sind die Zuglinien $b = c = d$ also $\gamma = \delta$, und nur a größer, was wir hier auch zur Vereinfachung der Formeln annehmen wollen.

Wenn wir die Zugkraft jedes Pferdepaares = u setzen, so wird, da der Zug nach dem Kreisbogen gehen muß, die Kraft des vierten Paares DE sich in zwei andere zerlegen, die eine = u Cos. γ nach CD, und die andere = u Sin. γ senkrecht darauf.

Um letztere aufzuheben, muß die Kraft u des dritten Paares nicht nach CD, sondern nach außen wirken, so daß sie sich in zwei Kräfte, die eine = — u Sin. γ, und in eine zweite, nach CD wirkende u Cos. γ zerlegt.

Nach der Richtung CD wirken also die Kräfte der zwei vorderen Pferdepaare mit u Cos. γ + u Cos. γ = 2 u Cos. γ. Diese Kraft wird wieder in zwei andere, eine nach BC = 2 u Cos. γ . Cos. γ = 2 u Cos.^{2} γ, und die darauf senkrechte = 2 u Cos. γ . Sin. γ = u Sin. 2 γ zerlegt.

Die Kraft u des zweiten Paares muß ebenfalls nach außen wirken, um die Kraft u Sin. 2 γ aufzuheben, und sich also in die Kräfte — u Sin. 2 γ und $\sqrt{u^2 - u^2 \text{Sin.}^2 2\gamma}$ = u Cos. 2 γ zerlegen. Es wirken also nach der Richtung BC die Kräfte 2 u Cos. γ^2 + u Cos. 2 γ = u (1 + 2 Cos. 2 γ).

Letztere zerlegt sich wieder in zwei Kräfte, eine nach AB = u (1 + 2 Cos. 2 γ) . Cos. β, und die senkrechte u (1 + 2 Cos. 2 γ) . Sin. β.

Die Kraft des ersten Paares wirkt also wieder, so wie die vorigen, nach außen, und zerlegt sich in die Kräfte — u (1 + 2 Cos. 2 γ) Sin. β, und die zweite nach der Richtung AB = u $\sqrt{1 - (1 + 2 \text{Cos. } 2\gamma)^2 \text{ Sin.}^2 \beta}$.
Endlich wirken also nach AB die Kräfte

$$u(1+2\,\text{Cos.}\,2\gamma)\,\text{Cos.}\,\beta + u\sqrt{1-(1+2\,\text{Cos.}\,2\gamma)^2\,\text{Sin.}^2\beta}$$
$$= u[(1+2\cos 2\gamma)\cos\beta + \sqrt{1-(1+2\cos 2\gamma)^2 \sin^2\beta}], \quad (63)$$

welchen Ausdruck wir die nützliche Zugkraft des Achtspänners in der Serpentine nennen werden.

Für

Für den Sechsspänner ist sie

$$u\,[2\,\text{Cos.}\,\gamma\,.\,\text{Cos.}\,\beta + \sqrt{1 - 4\,\text{Cos.}^2\,\gamma\,\text{Sin.}^2\,\beta}]. \qquad (64)$$

Für den Vierspänner $2u\,\text{Cos.}\,\beta$. (65)

Der Kraftverlust, welcher durch das Drehen des Wagens in dem Kreisbogen entsteht, wird als zu unbedeutend nicht berücksichtigt.

§. 27. Der Werth der nützlichen Zugkraft ist nunmehr in die Formel (6) des §. 3. des Anhangs $Q = \frac{F}{m}$ (Sin. α + m Cos. α) zu setzen, worin Q die nöthige Zugkraft, um den Wagen auf einer unter dem Winkel α geneigten Ebene herauf zu bringen, F die Zugkraft am Wagen auf der horizontalen Ebene, und m den Reibungs-Coefficienten bezeichnen.

Wenn wir den Werth der nützlichen Zugkraft in der Serpentine allgemein durch $u'K$ vorstellen, so ist bei einer Neigung derselben $= \alpha$

$$Q = u'K = \frac{F}{m}\,(\text{Sin.}\,\alpha + m\,\text{Cos.}\,\alpha). \qquad (65\text{ bis})$$

Wenn wir ferner den Zug in einer Steige, welche das Maximum des Gefälles $= \mu$ hat, betrachten, so wird $Q = u''A$, worin A die Zahl der Pferdepaare bezeichnet, und

$$Q = u''A = \frac{F}{m}\,(\text{Sin.}\,\mu + m\,\text{Cos.}\,\mu). \qquad (66)$$

F bleibt nämlich, da es die Zugkraft des Wagens auf horizontaler Straße bezeichnet, in der Steige und der Serpentine gleich.

Die Zugkraft u' jedes Pferdepaares in der Serpentine, und u'' in der Steige mit dem Maximum des Gefälles sollen der Annahme nach gleich seyn; wenn man also deren Werthe in den beiden Gleichungen nimmt, so muß

$$\frac{F}{mK}\,(\text{Sin.}\,\alpha + m\,\text{Cos.}\,\alpha) = \frac{F}{mA}\,(\text{Sin.}\,\mu + m\,\text{Cos.}\,\mu)$$

oder $$\frac{A\,(\text{Sin.}\,\alpha + m\,\text{Cos.}\,\alpha)}{\text{Sin.}\,\mu + m\,\text{Cos.}\,\mu} = K. \qquad (67)$$

Werden nun für A und K ihre Werthe für die verschiedenen Bespannungen gesetzt, so erhält man für den Achtspänner, wo A = 4 und

$$K = (1 + 2\,\text{Cos.}\,2\gamma)\,\text{Cos.}\,\beta + \sqrt{1 - (1 + 2\,\text{Cos.}\,2\gamma)^2\,\text{Sin.}^2\,\beta}, \quad \frac{4\,(\text{Sin.}\,\alpha + m\,\text{Cos.}\,\alpha)}{\text{Sin.}\,\mu + m\,\text{Cos.}\,\mu}$$

$$= (1 + 2\,\text{Cos.}\,2\gamma)\,\text{Cos.}\,\beta + \sqrt{1 - (1 + 2\,\text{Cos.}\,2\gamma)^2\,\text{Sin.}^2\,\beta}$$

Für den Sechsspänner

$$\frac{3\,(\text{Sin.}\,\alpha + m\,\text{Cos.}\,\alpha)}{\text{Sin.}\,\mu + m\,\text{Cos.}\,\mu} = 2\,\text{Cos.}\,\gamma\,.\,\text{Cos.}\,\beta + \sqrt{1 - 4\,\text{Cos.}^2\,\gamma\,.\,\text{Sin.}^2\,\beta}$$

Für den Vierspänner

$$\frac{2\,(\text{Sin.}\,\alpha + m\,\text{Cos.}\,\alpha)}{\text{Sin.}\,\mu + m\,\text{Cos.}\,\mu} = 2\,\text{Cos.}\,\beta$$

(68)

Entwickelte man die Werthe von Sin. β, Cos. β und Cos. γ aus dem §. 26., wo, wenn

$$b = c = d$$

$$\beta = \angle\left(\text{Sin.} = \frac{a}{2r}\right) + \angle\left(\text{Sin.} = \frac{b}{2r}\right)$$

$$\gamma = 2\angle\left(\text{Sin.} = \frac{b}{2r}\right)$$

nach den Potenzen von $\frac{1}{r}$, und substituirte sie in obige Gleichungen, so hätte man ein direktes Mittel, r zu bestimmen; die Rechnung ist aber ungemein weitläufig, und giebt keine so convergirende Reihen, daß man daraus die Größe r mit Sicherheit ermitteln könnte. Es ist daher zweckmäßiger, die Zahlenwerthe der bekannten Größen in die Gleichungen zu substituiren, und durch Versuche die Werthe von r zu bestimmen.

Die Serpentine erhält nach dem Texte ein Gefälle von 1″ auf die Ruthe, also

Tang. $\alpha = {}_1\frac{1}{4}{}_4{}'$ Sin. $\alpha = 0{,}00694$, Cos. $\alpha = 1{,}000000$;

das Maximum des Gefälles ist zu 8″ auf die Ruthe angenommen, also

Tang. $\mu = {}_1\frac{1}{8}{}'$ Sin. $\mu = 0{,}0555$, Cos. $\mu = 0{,}9985$.

Es sey ferner $m = \frac{1}{3\sigma}{}'$, so wird der Faktor

$$\frac{\text{Sin. } \alpha + m \text{ Cos. } \alpha}{\text{Sin. } \mu + m \text{ Cos. } \mu} = 0{,}4539.$$

Nehmen wir nun, wie durchschnittlich bei dem niederländischen Frachtfuhrwerke,

$$a = 15', \quad b = 9',$$

so wird für die verschiedenen Werthe von r

$r = 20$, $\beta = 35^\circ 2'$, $\gamma = 26^\circ 0'$,
$r = 30$, $\beta = 23^\circ 7'$, $\gamma = 17^\circ 16'$,
$r = 40$, $\beta = 17^\circ 16'$, $\gamma = 12^\circ 55'$,
$r = 50$, $\beta = 13^\circ 48'$, $\gamma = 10^\circ 20'$.

Die beiden Glieder der Gleichung (67) geben

a) für den Achtspänner

$$\left.\begin{array}{lll} r=20, & 1\text{stes Glied}=1{,}816, & 2\text{tes Glied K imaginär} \\ r=30, & \text{“} \quad \text{desgl.} \quad \text{“} & \text{imaginär} \\ r=40, & \text{“} \quad \text{desgl.} \quad \text{“} & =3{,}230 \\ r=50, & \text{“} \quad \text{desgl.} \quad \text{“} & =3{,}517 \end{array}\right\} \quad (69)$$

b) für den Sechsspänner

$$\left.\begin{array}{lll} r=20, & 1\text{stes Glied}=1{,}362, & 2\text{tes Glied K imaginär} \\ r=30, & \text{“} \quad \text{desgl.} \quad \text{“} & =2{,}418 \\ r=40, & \text{“} \quad \text{desgl.} \quad \text{“} & =2{,}677 \\ r=50, & \text{“} \quad \text{desgl.} \quad \text{“} & =2{,}794 \end{array}\right\} \quad (70)$$

c) für den Vierspänner

$$\left.\begin{array}{lll} r=20, & 1\text{stes Glied}=0{,}908, & 2\text{tes Glied K}=1{,}638 \\ r=30, & \text{“} \quad \text{desgl.} \quad \text{“} & =1{,}839 \\ r=40, & \text{“} \quad \text{desgl.} \quad \text{“} & =1{,}910 \\ r=50, & \text{“} \quad \text{desgl,} \quad \text{“} & =1{,}942 \end{array}\right\}. \quad (71)$$

Es geht hieraus hervor:

1) daß die Aufgabe für den Achtspänner bis zu $r=30$, und für den Sechsspänner bis zu $r=20$ unmöglich ist, welches daher rührt, daß dann der Widerstand, welchen die Deichselpferde der Seitenablenkung entgegen zu setzen haben, größer als ihre Kraft ist, und der Wagen also von denselben nicht auf dem Kreisbogen gehalten werden kann;

2) daß bei dem Achtspänner ein Kreisbogen von 40′ Halbmesser, bei dem Sechsspänner von 30′ und dem Vierspänner einer von 20′ schon hinreicht, um die Zugkraft in der Serpentine kleiner zu machen, als in einer Steige vom Maximum des Gefälles.

§. 28. Der geringste Werth von r, bei welchem die Aufgabe für den Achtspänner möglich ist, ergiebt sich, wenn im Ausdrucke (63) $\sqrt{1-(1+2\,\text{Cos.}\,2\gamma)^2\,\text{Sin.}^2\beta}=0$ gesetzt wird, also wenn

$$1-(1+2\,\text{Cos.}\,2\gamma)\,\text{Sin.}\,\beta=0. \quad (72)$$

Der genaue Werth von r wird sich aus dieser Gleichung am leichtesten durch die Regula falsi bestimmen lassen.

Nehmen wir die Zahlenwerthe $a = 15'$ und $b = 9'$, wie im vorigen §. an, und setzen die Gleichung selbst $= w$, so ist

für $r' = 30$, $\text{Cos. } 2\gamma = 0{,}824$, $\text{Sin. } \beta = 0{,}394$,

und der Ausdruck giebt

$$1 - (1 + 2 \,.\, 0{,}824) \,.\, 0{,}394 = -0{,}042 = w',$$

für $r'' = 33$ ist $\text{Cos. } 2\gamma = 0{,}854$, $\text{Sin. } \beta = 0{,}358$,

und der Ausdruck giebt

$$1 - (1 + 2 \,.\, 0{,}854) \,.\, 0{,}358 = +0{,}031 = w''.$$

Der annähernde Werth ist nach der gedachten Regel

$$r = r' + \frac{r'' - r'}{w'' - w'} (w - w') = 31{,}7$$

hinreichend genau, denn man findet, durch Substitution in die Gleichung, einen Rest von 0,002.

Die Auffindung des kleinsten Werthes des Halbmessers für den Sechsspänner im Ausdrucke (64) hängt gleichfalls von der Lösung der Gleichung $1 - 2\,\text{Cos.}\gamma\,.\,\text{Sin.}\gamma = 0$ (73) ab, worin man $r = 21',0$ auf die nämliche Art wie für den Achtspänner findet.

§. 29. Um die Zugkraft der Pferde in den Serpentinen und in den Steigen von 8″ Gefälle zu vergleichen, dividiren wir die Gleichung (65 bis) durch die Gleichung (66) und finden

$$\frac{u'}{u''} = \frac{A\,(\text{Sin. } \alpha + m\,\text{Cos. } \alpha)}{\text{Sin. } \mu + m\,\text{Cos. } \mu} \cdot \frac{1}{K'}, \qquad (74)$$

also nach dem Werthe der beiden Faktoren des zweiten Gliedes in (69), (70) und (71)

für den Achtspänner bei $r = 40'$,

$$\frac{u'}{u''} = \frac{1{,}816}{3{,}230} = 0{,}56,$$

für den Sechsspänner bei $r = 30'$,

$$\frac{u'}{u''} = \frac{1{,}362}{2{,}418} = 0{,}56,$$

für den Vierspänner bei $r = 20'$,

$$\frac{u'}{u''} = \frac{0{,}908}{1{,}638} = 0{,}55.$$

Die erstere ist in den drei Fällen nur etwas über die Hälfte der letztern; wenn also der Widerstand gegen die Seitenablenkung auch nur von den nach außen der Serpentine gespannten Pferden jedes Paares geleistet wird, so haben diese doch nur ungefähr $\frac{1}{10}$ mehr Anstrengung, als in der Steige von 8″ Gefälle anzuwenden.

Indem wir oben $m = \frac{1}{30}$ annahmen, wurde eine feste Straße und gut eingerichtetes Fuhrwerk vorausgesetzt. Nehmen wir ungünstigere Umstände an, und setzen $m = \frac{1}{18}$, so wird

der Faktor $\frac{\text{Sin. } \alpha + m \text{ Cos. } \alpha}{\text{Sin. } \mu + m \text{ Cos. } \mu} = 0{,}5622,$

und das erste Glied der Gleichung

für den Achtspänner $4 \,.\, 0{,}5622 = 2{,}2488,$
für den Sechsspänner $= 1{,}6866,$
für den Vierspänner $= 1{,}1244.$

Diese Werthe nähern sich also dem Werthe der zweiten Glieder der Gleichungen mehr als bei $m = \frac{1}{30}$, aber ohne sie zu erreichen, daher die oben angegebenen Maaße der Halbmesser immer hinlänglich sind.

§. 30. Um die Breite der äußern Hälfte der Straße mit Rücksicht auf den Transport langer Baumstämme zu bestimmen, sey die Entfernung AK der Vorder- und Hinterräder $= l$, die Länge AM der Baumstämme von den Vorderrädern zum äußern Straßenrande $= m$, so ist

$OL^2 = r^2 - \frac{1}{4} l^2$, $LM = m - \frac{1}{2} l$, also

$OM^2 = r^2 - \frac{1}{4} l^2 + (m - \frac{1}{2} l)^2 = r^2 + m^2 - ml$,

und die Breite der äußern Straßenhälfte

$$MN = \sqrt{(r^2 + m^2 - ml)} - r. \qquad (75)$$

Es sey die ganze Länge der Baumstämme $= 70'$, dann ist m ungefähr $= 64'$; ferner sey $l = 12'$, so wird

für $r = 40$ die halbe äußere Straßenbreite $= 30',$
„ $r = 30$ „ „ „ „ $= 35',$
„ $r = 20$ „ „ „ „ $= 41'.$

Sollte der äußere Fußweg von den Baumstämmen nicht bedeckt werden, so wäre dessen Breite obigen Maaßen zuzusetzen; wenn aber in sehr steilem Terrain die Stämme bis über den Graben reichen sollten, so würde dessen Breite dort abgezogen.

XII. Aufgabe.

Es ist der reducirte horizontale Winkel zu bestimmen, welchen die zwei Seiten einer Serpentine bilden, deren jede einen Winkel $= \alpha$ mit dem Horizonte machen, und die auf einer schiefen Ebene liegen, deren Winkel mit dem Horizonte $= \beta$ ist.

Zu §. 113. des Textes.

§. 31. Es seyen AC, AF (Fig. 98.) die beiden Seiten, welche auf der Terrain-Ebene MN liegen, KL eine horizontale Ebene, AB eine Vertikale. Wenn wir BD senkrecht auf MC′ führen und AD ziehen, so ist ∠ADB der Neigungswinkel der Ebenen KL und MN, und ∠FC′B = ∠ACB der Neigungswinkel der Seiten der Serpentine auf den Horizont.

Nun ist $FAC = 180^\circ - CAC' = ACC' + AC'C = 2ACC'$, also ist

$$\angle ACC' = \tfrac{1}{2} \angle FAC.$$

Im Dreiecke ACD ist $\text{Sin. } ACC' = \frac{AD}{AC'}$, aber

$$AD = \frac{AB}{\text{Sin. } \beta'},\ AC = \frac{AB}{\text{Sin. } \alpha'} \text{ also } \frac{AD}{AC} = \frac{\text{Sin. } \alpha}{\text{Sin. } \beta'} \text{ und}$$

$$\text{Sin. } ACC' = \text{Sin. } (\tfrac{1}{2} FAC) = \frac{\text{Sin. } \alpha}{\text{Sin. } \beta}. \qquad (76)$$

Es sey als Beispiel das Gefälle der Seiten der Serpentine von 7″ auf die Ruthe, die Abdachung des Terrains 6füßig, so ist

$$\text{Tang. } \alpha = \frac{7''}{1^0} = 1\tfrac{7}{4}4' \text{ Tang. } \beta = \tfrac{1}{6}', \text{ also}$$

$$\text{Log. Sin. } \alpha = 8{,}68623$$
$$- \text{ Log. Sin. } \beta = 9{,}21591$$
$$\text{Log. Sin. } \tfrac{1}{2}\,\text{FAC} = 9{,}47032$$
$$\text{mithin } \tfrac{1}{2}\,\text{FAC} = 17^0\,21'$$
$$\text{und FAC} = 34^0\,42'.$$

Den Winkel der Projektionen der Seiten auf dem Grundrisse findet man noch einfacher.

Dieser Winkel $GBC = BCC' + BC'C = 2BCC'$, also $BCC' = \frac{1}{2}\,GBC$, aber Sin. BCC' im Dreiecke BCD ist $= \frac{BD}{BC'}$, und $BD = \frac{AB}{\text{Tang. }\beta'}$, $BC = \frac{AB}{\text{Tang. }\alpha'}$, also

$$\text{Sin. } BCC' = \text{Sin. } (\tfrac{1}{2}\,GBC) = \frac{\text{Tang. }\alpha}{\text{Tang. }\beta}. \qquad (77)$$

Nach dieser Formel sind die Winkel der beiden Seiten der Serpentine, welche 7'' Gefälle auf die Ruthe haben,

bei 1füßiger	Abdachung	des	Terrains	5°	—	40′
= $1\frac{1}{2}$	=	=	=	=	=	8	—	20
= 2	=	=	=	=	=	11	—	10
= $2\frac{1}{2}$	=	=	=	=	=	13	—	50
= 3	=	=	=	=	=	16	—	40
= 4	=	=	=	=	=	22	—	00
= 5	=	=	=	=	=	27	—	20
= 6	=	=	=	=	=	32	—	30
= 7	=	=	=	=	=	37	—	40
= 8	=	=	=	=	=	42	—	30
= 9	=	=	=	=	=	47	—	20
= 10	=	=	=	=	=	51	—	50.

Beilagen.

1.

Preis-Tabelle für Straßenbau-Arbeiten.

	Rthlr.	Sgr.	Pf.
A. Tagelöhne.			
Erdarbeiter oder Handlanger	—	10	—
Steinbrecher	—	11	—
Maurermeister	—	25	—
Maurer oder Steinversetzer	—	15	—
Pflasterer	—	18	—
Zimmermeister	—	25	—
Zimmergesell	—	17	—
Zweispännige Fuhre, incl. Fuhrmann	2	—	—
Steuermann	—	25	—
Schiffsknecht	—	15	—
Miethe eines Kahns von 200 Centner Ladungsfähigkeit pro Tag	—	24	—
B. Erdarbeiten *).			
1) Die Schachtruthe (144 K. F.) Sand aufzugraben, die Böschung zu hauen und den Auftrag zu stampfen	—	4	9
Die Sch. R. Gartenerde desgl.	—	6	2
Die Sch. R. Lehmboden desgl.	—	7	7
Die Sch. R. feste, steinige Erde desgl.	—	9	—
2) Die Schachtruthe Sand zu graben und aufzuwerfen auf 1 Schaufelwurf	—	7	3
" 2 "	—	9	9

*) Bei allen folgenden Preisen ist vorausgesetzt, daß die Böschungen des Abtrags gehauen und die Aufträge gestampft werden.

Es werden bei niedrigen Abträgen von 3 bis 12" Höhe zu den obenstehenden Sätzen 4 bis 6 Sgr., nach der Härte des Bodens, pro Quadratruthe zugesetzt.

Für das Graben von engem oder verwässertem Fundamente sind dem Preise der Sch. R. jeder Erdart 4 Sgr. zuzusetzen.

	Rthlr.	Sgr.	Pf.
Die Sch. R. Gartenerde zu graben und zu werfen, auf 1 Schaufelwurf	—	8	8
" 2 "	—	11	2
Die Sch. R. Lehmboden desgl., auf 1 Schaufelwurf	—	10	1
" 2 "	—	12	7
Die Sch. R. steiniger Erde desgl., auf 1 Schaufelwurf	—	11	6
" 2 "	—	14	—
3) Die Sch. R. Sand zu graben und aufzuladen . .	—	7	9
Die Sch. R. Gartenerde desgl.	—	9	6
Die Sch. R. Lehmboden desgl.	—	11	3
Die Sch. R. steiniger Erde desgl.	—	13	—
4) Die Sch. R. Sand zu graben, aufzuladen und auf eine Wechsel von 8 Ruthen in der Ebene oder 6 Ruthen bei einer Steigung von $\frac{1}{15}$ zu bringen .	—	10	9
Die Sch. R. Gartenerde 2 Wechsel . .	—	13	9
" " 3 " . .	—	16	9
" " 1 " . .	—	12	6
" " 2 " . .	—	15	6
" " 3 " . .	—	18	6
Die Sch. R. Lehmboden 1 " . .	—	14	3
" " 2 " . .	—	17	3
" " 3 " . .	—	20	3
Die Sch. R. steiniger Erde 1 " . .	—	16	—
" " 2 " . .	—	19	—
" " 3 " . .	—	22	—
C. Transporte.			
5) Die Sch. R. Erde, Sand, Kies und Bruchsteine zu Lande zu fahren, auf eine Entfernung von 30 Rth.	—	10	6
Es wird zugesetzt für Mehrtransport von 5 Ruthen	—	—	5
" 10 "	—	—	11
" 50 "	—	4	6
" 100 "	—	9	—
" 500 "	1	15	—
Auf größere Entfernungen die Sch. R. eine halbe Meile weit zu fahren	3	—	—
6) Die Sch. R. Quadersteine zu fahren. Nach obiger Tabelle mit Erhöhung von einem Viertheil.			
Der K. F. desgl. auf eine halbe Meile	—	—	11
7) Die Sch. R. Holz, Traß und Kalk zu fahren. Nach obiger Tabelle mit Verminderung um ein Drittheil.			
Der K. F. Holz auf eine halbe Meile	—	—	6
Die Berliner Tonne Traß oder Kalk desgl. . . .	—	3	3
8) Die Sch. R. Erde, Sand, Kies, Bruchsteine zu Wasser stromabwärts zu fahren, incl. Ausladen auf 50 Ruthen	—	15	—

	Rthlr.	Sgr.	Pf.
Es wird zugesetzt für Mehrtransport von 25 Ruthen	—	—	8
50 „	—	1	4
100 „	—	2	8
500 „	—	13	—
Auf größere Entfernungen die Sch. R. für jede halbe Meile	—	28	—
Desgl. bei vollen Ladungen größerer Fahrzeuge .	—	20	—
9) Der K. F. Quader stromabwärts zu fahren, pro halbe Meile	—	—	3
In größern Parthien und Entfernungen	—	—	2
10) Die Berliner Tonne Kalk und Traß stromabwärts zu Wasser, pro halbe Meile	—	—	11
In größern Parthien und Entfernungen	—	—	8
11) Die Sch. R. Erde, Sand, Kies und Bruchsteine stromaufwärts zu Wasser zu fahren. Nach der Tabelle Nr. 8. mit Erhöhung um die Hälfte.			
12) Der K. F. Quadersteine stromaufwärts zu Wasser auf eine halbe Meile zu fahren	—	—	4½
Bei größern Parthien und Entfernungen	—	—	3
13) Die Tonne Kalk und Traß stromaufwärts zu Wasser auf eine halbe Meile zu fahren . . .	—	1	4
Bei größern Parthien und Entfernungen	—	1	—

D. Straßen-Unterhaltungs-Maurer- und Pflasterer-Materialien.	geringster Preis.			höchster Preis.		
	Rthlr.	Sgr.	Pf.	Rthlr.	Sgr.	Pf.
14) Die Sch. R. durchgeworfener Kies zu graben, durchzuwerfen, die Wacken auf 2" Dicke zu zerschlagen, aufzuladen und aufzusetzen, bei Landtransport	1	6	—	1	11	—
Desgl. 1½"	1	13	—	1	18	—
Desgl. 1"	1	20	—	1	27	—
Bei Wassertransport.						
Desgl. 2"	1	12	—	1	17	—
Desgl. 1½"	1	19	—	1	24	—
Desgl. 1"	1	26	—	2	3	—
15) Die Sch. R. undurchgeworfener Kies zu graben, Zerschlagen der Steine auf 2" Dicke, aufzuladen und aufzusetzen, bei Landtransport	—	24	—	—	29	—
Desgl. 1½" . . .	1	1	—	1	6	—
Desgl. 1"	1	8	—	1	15	—
Bei Wassertransport.						
Desgl. 2"	1	—	—	1	5	—
Desgl. 1½"	1	7	—	1	12	—
Desgl. 1"	1	14	—	1	21	—

	geringster Preis.			höchster Preis.		
	Rthlr.	Sgr.	Pf.	Rthlr.	Sgr.	Pf.
16) Die Sch. R. Quarzblöcke von $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{2}$ K. F. in den Feldern zu sammeln, auf 2″ zu zerschlagen, an die Fuhren zu bringen, aufzuladen und aufzusetzen	2	2	—	2	8	—
Desgl. $1\frac{1}{2}$″	2	11	—	2	19	—
Desgl. 1″	2	20	—	3	—	—
17) Die Sch. R. fester Kiesel zu sammeln, auf 2″ zu zerschlagen, an die Fuhren zu bringen, aufzuladen und aufzusetzen	2	8	—	2	12	—
Desgl. $1\frac{1}{2}$″	2	16	—	2	20	—
Desgl. 1″	2	24	—	2	28	—
18) Die Sch. R. fester Kiesel zu graben, von den kleinen Steinen zu reinigen, auf 2″ zu zerschlagen, an die Fuhren zu bringen, aufzuladen und aufzusetzen	2	4	—	2	8	—
Desgl. $1\frac{1}{2}$″	2	12	—	2	16	—
Desgl. 1″	2	20	—	2	24	—
19) Die Sch. R. Kieselschiefer aus losem Gerölle zu sammeln, auf 2″ zu zerschlagen, an die Fuhren zu bringen, aufzuladen und aufzusetzen	1	10	—	1	24	—
Desgl. $1\frac{1}{2}$″	1	22	—	2	7	—
Desgl. 1″	2	5	—	2	20	—
20) Die Sch. R. Thonschiefer oder weiche Grauwacken zur Unterhaltung ungebauter Strecken zu brechen, auf 3 Zoll zu zerschlagen, aufzuladen und aufzusetzen	1	28	—	2	8	—
21) Die Sch. R. Grauwacke zu brechen, auf 2″ zu zerschlagen, aufzuladen und aufzusetzen .	2	10	—	2	20	—
Desgl. $1\frac{1}{2}$″	2	18	—	2	28	—
Desgl. 1″	2	26	—	3	6	—
22) Die Sch. R. Basaltschlacken zu graben, zu reinigen, auf 2″ zu zerschlagen, aufzuladen und aufzusetzen	—	—	—	1	—	—
Desgl. $1\frac{1}{2}$″	—	—	—	1	6	—
Desgl. 1″	—	—	—	1	12	—
23) Die Sch. R. Basaltlava im Gerölle von $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{8}$ K. F. auf 2″ zu zerschlagen, aufzuladen und aufzusetzen	1	25	—	2	5	—
Desgl. $1\frac{1}{2}$″	2	5	—	2	15	—
Desgl. 1″	2	15	—	2	25	—

	geringster Preis.			höchster Preis.		
	Rthlr.	Sgr.	Pf.	Rthlr.	Sgr.	Pf.
24) Die Sch. R. fester Basalt zu brechen, auf 2″ zu zerschlagen, aufzuladen und aufzusetzen	3	—	—	3	15	—
Desgl. $1\frac{1}{2}$″	3	12	—	3	27	—
Desgl. 1″	3	24	—	4	9	—
25) Die Sch. R. Fels wegzuschroten und den Schutt aufzuladen, nach der Härte und Dicke der Felsen	1	25	—	3	10	—
26) Die Sch. R. Thonschiefer oder weiche Grauwacken und Sandstein zu brechen, incl. Abfall und Aufladen	1	5	—	1	15	—
Die Sch. R. harte Grauwacke desgl. . . .	1	12	—	1	27	—
Die Sch. R. Kalkstein zu Stromberg desgl. .	—	—	—	2	18	—
Die Sch. R. Porphyr an der Lohr bei Creuznach desgl.	—	—	—	2	18	—
Die Sch. R. sonstiger Porphyr und Kieselschiefer desgl.	—	—	—	2	2	—
Die Sch. R. Basalt desgl.	2	—	—	3	10	—
Die Sch. R. loser Kieselschiefer aus den Rossen zu sammeln, an die Fuhren zu bringen und aufzuladen	—	28	—	1	10	—
27) Die Sch. R. Bruchsteine zum Pflaster aus dem Rauhen zuzurichten	—	10	—	—	25	—
Ganz sauber desgl.	2	10	—	4	15	—
28) Die Sch. R. Flußwacken mit platten Köpfen und wenigstens 8″ hoch zum Pflaster zu sammeln und aufzuladen, bei Landtransport	1	—	—	1	10	—
Bei Wassertransport	1	9	—	1	19	—
29) Die Sch. R. durchgeworfener Sand zu graben, durchzuwerfen und aufzuladen, bei Landtransport	—	—	—	—	25	—
Desgl. bei Wassertransport	—	—	—	1	3	—
(Wenn der Sand geschlämmt werden muß, so werden 18 Sgr. pro Sch. R. zugesetzt.)						
30) Die Sch. R. undurchgeworfener Sand zu graben und aufzuladen, bei Landtransport	—	—	—	—	10	—
Desgl. bei Wassertransport	—	—	—	—	18	—
(Wenn der Sand geschlämmt werden muß, so werden 18 Sgr. pro Sch. R. zugesetzt.)						

	geringster Preis.			höchster Preis.		
	Rthlr.	Sgr.	Pf.	Rthlr.	Sgr.	Pf.
31) Die Berliner Tonne zu $6\frac{2}{3}$ K.F. frischgebrannter Kalk zu N.N. anzukaufen, incl. Ein- und Ausladen und Messerlohn . .	—	—	—	1	22	—
Desgl. zu N.N.	—	—	—	1	1	—
32) Die Berliner Tonne zu $6\frac{2}{3}$ K.F. Traß zu Brohl in das Schiff, oder zu Plaidt auf den Wagen geliefert, incl. Messerlohn . .	—	—	—	—	25	—
33) Der K.F. Quader von Basaltlava aus dem Bruche zu N.N. aus dem Rauhen gehauen und im Bruche auf den Wagen geliefert .	—	—	—	—	8	—
34) Der Quadratfuß zu behauen mit Quaderflächen .	—	—	—	—	5	8
cylindrisch	—	—	—	—	8	—
Mit Gliedern . . .	—	—	—	—	10	—
35) Der K.F. Quader von Basaltlava aus dem Bruche zu N.N. aus dem Rauhen gehauen und im Bruche auf den Wagen geliefert				—	6	8
Das 100 Q.F. 3zöllige Platten				16	—	—
36) Der Q.F. zu behauen, mit Quaderflächen . . .				—	4	8
37) Der K.F. Sandquader von N.N. aus dem Rauhen gehauen und im Bruche auf den Wagen geliefert				—	5	—
38) Der Q.F. zu behauen, mit Quaderflächen				—	2	—
cylindrisch . . .				—	3	6
mit Gliedern 5 bis				—	8	—

E. Mauerwerk und Pflaster.

39) Zur Sch.R. Betonmörtel sind nöthig:
$\frac{3}{5}$ Sch.R. $1\frac{1}{2}$" dick geschlagene Wacken, Ziegel- oder Bruchsteine.
$8\frac{3}{4}$ Tonnen Traß.
$4\frac{1}{2}$ Tonne Kalk von N.N.

40) Arbeitslohn für die Sch.R. Betonmörtel, incl. Aufbringen in das Fundament . . . . . | 3 | 10 | —

41) Zum K.F. Traßguß auf das Gewölbe der Brücken:
$\frac{1}{30}$ Tonne Kalk.
$\frac{1}{8}$ Tonne Traß.
Arbeitslohn . . . . . | — | 1 | 6

42) Zur Mörtelbereitung auf die Tonne Kalk $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{5}$ Sch.R. Sand

43)

	Rthlr.	Sgr.	Pf.
43) Zur Sch. R. trocknes Mauerwerk sind nöthig $1\frac{1}{4}$ Sch. R. Bruchsteine. Wenn es in Moos gesetzt wird, 9 Bürden Moos.			
44) Arbeitslohn für die Sch. R. trocknes Mauerwerk . Für das trockne Gestück im Wasserlaufe der Brücken dasselbe.	1	15	—
45) Zur Sch. R. Mauerwerk mit Bruchsteinen und Sand und Kalkmörtel sind nöthig: $1\frac{1}{5}$ Sch. R. Bruchsteine. $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Tonnen Kalk von N. N. $\frac{1}{4}$ Sch. R. Sand.			
46) Arbeitslohn für die Sch. R. Mauerwerk mit Bruchsteinen und Kalk und Sandmörtel	2	20	—
Bei Gewölben oder Gestück	3	25	—
47) Zur Sch. R. Mauerwerk mit reinem Traßmörtel sind nöthig: Bruchsteine und Kalk wie Nr. 45. 7 Tonnen Traß.			
48) Arbeitslohn für die Sch. R. Mauerwerk mit Bruchsteinen und reinem Traßmörtel	3	20	—
Bei Gewölben oder Gestück	4	25	—
49) Zur Sch. R. Mauerwerk mit Bruchsteinen und verlängertem Traßmörtel sind nöthig: Bruchsteine und Kalk wie Nr. 45. $\frac{1}{8}$ Sch. R. Sand. $3\frac{1}{2}$ Tonnen Traß.			
50) Arbeitslohn für die Sch. R. Mauerwerk mit Bruchsteinen und verlängertem Traßmörtel	3	—	—
Bei Gewölben oder Gestück	4	5	—
51) Zum K. F. Mauerwerk in Quadern und Kalk und Sandmörtel sind nöthig: $1\frac{1}{10}$ K. F. Quader. $\frac{1}{90}$ Tonne Kalk von N. N. $\frac{1}{720}$ K. F. Sand.			
52) Arbeitslohn für den K. F. Mauerwerk in Quadern und Kalk und Sandmörtel	—	1	3
53) Zur Sch. R. Mauerwerk mit Quadern und reinem Traßmörtel sind nöthig: Quader und Kalk wie Nr. 51. $\frac{3}{100}$ Tonne Traß.			
54) Arbeitslohn für den K. F. Mauerwerk mit Quadern und reinem Traßmörtel	—	1	4
55) Zum Q. F. Bruchsteinplatten in Kalkmörtel zu legen: 1 Q. F. behauene, oder $1\frac{1}{6}$ Q. F. rohe Platten. $\frac{1}{200}$ Tonne Kalk. $\frac{1}{1200}$ Sch. R. Sand.			

	Rthlr.	Sgr.	Pf.
56) Arbeitslohn für die Q. R. Platten in Kalkmörtel zu legen	—	—	4
57) Zur Q. R. Berappen in Kalk und Sandmörtel, incl. Auszwicken der Fugen:			
$\frac{1}{40}$ Sch. R. Bruchsteine.			
$\frac{4}{10}$ Tonne Kalk von N. N.			
$\frac{1}{18}$ Sch. R. Sand.			
58) Arbeitslohn für die Q. R. Berappen in Kalk und Sandmörtel, incl. Auszwicken der Fugen . . .	—	22	6
59) Zur Q. R. Berappen mit reinem Traßmörtel:			
Bruchsteine und Kalk wie oben.			
$1\frac{1}{5}$ Tonnen Traß.			
60) Arbeitslohn für die Q. R. Berappen in reinem Traßmörtel	1	—	—
61) Zur Q. R. Pflaster:			
a) Wackenpflaster, die Steine 7 bis 8″ hoch.			
$\frac{2}{3}$ Sch. R. Wacken.			
$\frac{7}{12}$ " Sand.			
b) Bruchsteinpflaster, die Steine 7 bis 9″ hoch.			
$\frac{3}{4}$ Sch. R. Bruchsteine.			
$\frac{7}{12}$ " Sand.			
62) Arbeitslohn für die Q. R. Pflaster, wobei die Steine nach ihrer Dicke zu sortiren und reihenweise zu versetzen sind	1	10	—
63) Zur Q. R. Umsetzen von altem Pflaster:			
$\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{3}$ Sch. R. Steine.			
$\frac{1}{4}$ " $\frac{1}{2}$ " Sand.			
64) Arbeitslohn für das Umsetzen der Q. R. altes Pflaster, nämlich die alten Steine nach ihrer Dicke zu sortiren und die brauchbaren aufzusetzen, wieder beizubringen, das Pflaster reihenweise zu versetzen und zu stampfen	1	20	—
Wenn das alte Grundbett theilweise wegzufahren ist	1	25	—
bis .	1	28	—
F. Anlegung und Unterhaltung der Kunststraßen.			
65) Die Sch. R. Steinsatz (Gestück) zum Grundbette zu fertigen, incl. Setzen der Randsteine	—	25	—
66) Die Sch. R. Grundbett mit Wacken oder Gerölle anzulegen, wobei alle Steine mit der Hand versetzt werden müssen, incl. Setzen der Randsteine .	—	20	—
67) Die Sch. R. Ueberschüttung auf das Grundbett profilmäßig zu planiren	—	7	—

	Rthlr.	Sgr.	Pf.
68) Die Sch. R. Material bei den Unterhaltungen zu vertheilen, incl. Abschlämmen und Aufsetzen des Koths auf die Banketten:			
a) bei schlammigen Straßen	—	16	—
b) bei trockenen Straßen	—	11	—
69) Die Sch. R. Material, ohne Abschlämmen, zu vertheilen	—	8	—
70) Abschlämmen der Fahrbahn, im Durchschnitt 14′ breit, pro 1000 laufende Ruthen von .	6	—	—
bis .	8	10	—
G. Holz und Zimmer-Arbeiten *).			
71) Der K. F. Eichenholz im Beschlage gerechnet . .	—	7	—
bis .	—	14	—
72) Der K. F. Tannenholz im Beschlage gerechnet . .	—	7	—
bis .	—	10	—
73) Der K. F. 10- bis 12zölliges Eichenholz rein zu beschlagen und zu legen	—	2	—
Der K. F. 6zölliges, incl. Schneiden und Verwenden	—	4	2
Der Q. F. 4zöllige Bohlen zu schneiden und zu verwenden	—	1	3
Der Q. F. 3zöllige desgl.	—	1	2
Der Q. F. 2zöllige desgl.	—	1	1
74) Der Arbeitslohn des Tannenholzes nach Nr. 73., mit Verminderung von einem Fünftheil.			
H. Schmiede-Arbeit, incl. Materialien.			
75) Das Pfund schweres Eisenwerk, als große Anker, Klammern 2c.	—	3	6
Desgl. leichteres, als Geschirr, Bolzen mit Schrauben, große Nägel 2c.	—	4	4
76) Das Pfund Stahl, nach Beschaffenheit der Arbeit	—	12	—
bis .	—	18	—
77) Das Pfund Blei zum Vergießen	—	3	8
78) Eine zweipfündige Klammer, incl. Vergießen mit Blei	—	11	—
I. Anstrich, incl. Materialien.			
79) Der Q. F. dreimal zu theeren und mit Hammerschlag zu bestreuen	—	—	3
80) Der Q. F. dreimal in Oelfarbe anzustreichen, grau,	—	—	10
weiß und schwarz .	—	1	1

*) In den Preisen des Arbeitslohns sind nur einfache Verbindungen vorausgesetzt.

	Rthlr.	Sgr.	Pf.
K. Ufer-Arbeiten.			
81) Das Schock Weiden-Setzlinge (60 Stück) anzukaufen, $3\frac{1}{2}'$ lang	—	5	—
bis .	—	13	—
Desgl. $2\frac{1}{2}'$ von .	—	3	6
bis .	—	9	6
Desgl. 2′ von .	—	2	6
bis .	—	8	—
Hierzu der Transport:			
1 Schock eine Meile weit stromabwärts zu Wasser gefahren	—	—	$1\frac{1}{6}$
82) Arbeitslohn der Q. R. Weidenpflanzung für Schneiden der Setzlinge, Stoßen der Löcher und Setzen	—	7	—
Hierzu für das Planiren der Pflanzung, wenn sie nicht eben ist	—	3	—
bis .	—	6	—
83) Das Schock Faschinen, 12′ lang, 1′ Durchmesser, anzukaufen und auf die Baustelle zu bringen . .	5	—	—
bis .	7	—	—
Das Schock Pfähle 3′ lang, 2 bis $2\frac{1}{2}''$ dick . . .	1	10	—
84) Das Schock Faschinen in herrschaftlichen Waldungen zu schneiden, und zum Transport zusammenzubringen und zu binden	1	5	—
Das Schock Pfähle daselbst zu schneiden und zu spitzen	—	3	6
Hierzu der Transport:			
1 Schock Faschinen auf 1 Meile zu Lande gebracht .	1	8	—
1 Schock Pfähle desgl.	—	5	—
85) 1 Q. R. Faschinen zu einer Rauchwehre beizubringen und auszubreiten	—	10	—
1 Q. R. Würste 4″ dick zu binden und mit Pfählen auf die Faschinenlage festzunageln	—	3	6

2.

Straße von . . . . . nach . . . . . .

Kostenanschlag

über die Erbauung der Straßenstrecke zwischen der schon gebauten Strecke bei . . . . und . . . .

(Mit Beziehung auf den anliegenden Lokalplan, Länge- und Querprofile, Detail-Zeichnung, Auf- und Abtrags-Tabelle, Verwendungs-Tabelle des Abtrags und den Erläuterungs-Bericht.)

Die Straße erhält zwischen dem 1sten und 28sten Profil auf eine Länge von . . . . . 385° 4′
und zwischen dem 47sten und 64sten Profil auf eine Länge von . . . 275° 6′
zusammen 660° 10′.

Eine Versteinung mit Gestück von 20′ Breite, einen 6′ breiten Fußweg und einen 12′ breiten Sommerweg.

Die Anfahrten des Dorfes vom 28sten zum 31sten Profil auf . . . . . 61° 8′
und vom 40sten zum 47sten Profil auf 92° 5′
zusammen 154° 2′.

werden wie oben versteint, die Seiten auf zusammen 12′ Breite aber gepflastert.

Endlich wird die Durchfahrt des Dorfes zwischen dem 31sten und 40sten Profil auf eine Länge von . . . . . 85° 0′
und 32′ Breite, und zwar die Fahrbahn 20′ und die Banketten 6′ breit gepflastert.

Gesammte Länge 900° 0′.

A. Erd- und Felsenarbeiten.

Nach der Verwendungs-Tabelle des Abtrags (§. 157.) sind folgende Arbeiten zu fertigen:

1695	Sch. R. Lehm auf 2 Schaufelwürfe zu bringen, zu 10 Sgr. 1 Pf. . . . .
2543½	desgl. auf 1 Wechsel, zu 14 Sgr. 3 Pf. . .
	u. s. w.
982	Sch. R. steinige Erde auf 2 Schaufelwürfe zu bringen, zu 11 Sgr. 6 Pf. . . . .
705¼	desgl. auf 1 Wechsel, zu 16 Sgr. . . . .
	u. s. w.
639¾	Sch. R. Thonschiefer zu brechen und auf 2 Schaufelwürfe zu bringen, zu 1 Rthlr. 10 Sgr. .
	u. s. w.
1110	O. R. Hochwald vom 2ten zum 12ten Profil auszurotten, zu 15 Sgr. . . . .
456	O. R. Niederwald vom 12ten zum 18ten Profil auszurotten, zu 10 Sgr. . . . .
584	Sch. R. Straßenfläche, incl. Gräben in Erde zu planiren, zu 10 Sgr. . . .
231	desgl. in Felsen, zu 1 Rthlr. 10 Sgr. .
815	Summa der Erd- und Felsenarbeiten

B. Steinweg und Pflaster.

1630	laufende Rth. Randsteine zu versetzen, zu 3 Sgr. 6 Pf.
860¼	Sch. R. Gestück desgl., zu 18 Sgr. . . . .
322⅔	Sch. R. Ueberschüttung der Versteinung profilmäßig zu planiren und mit einer 1 Zoll hohen Schichte steiniger Erde zu decken, zu 8 Sgr. . . . .
239⅙	O. R. zu pflasternde Fußwege vom 28sten zum 47sten Profil, incl. der Durchfahrt des Dorfes . . . . .
141⅔	desgl. Fahrbahn vom 31sten zum 40sten Profil
370⅚	O. R. Pflaster reihenweise zu versetzen, zu 1 Rthlr. 10 Sgr. . . . .
117	Sch. R. Steinschutt aus den Brüchen zur Beschüttung der lehmigen Fuß- und Sommerwege zwischen dem 5ten und 19ten Profil zu planiren, zu 6 Sgr.
	Summa des Arbeitslohns

Maaße.			Geldbetrag.		
Länge.	Breite.	Höhe.	Rthlr.	Sgr.	Pf.
—	—	—	569	21	3
—	—	—	1208	4	10
—	—	—	376	13	—
—	—	—	376	4	—
—	—	—	719	20	—
185°	6°	—	555	—	—
76	6	—	152	—	—
—	—	—	194	20	—
—	—	—	308	—	—
—	—	—	8024	11	2
—	—	—	190	5	—
815°	19	$\frac{2}{3}$	516	4	6
815°	19	$\frac{1}{4}$	86	1	4
$478\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$°	—	—	—	—
85	$1\frac{2}{3}$	—	—	—	—
—	—	—	494	13	4
156	12 + 6 = 18′	$\frac{1}{2}$	23	12	—
			1310	6	2

Hierzu an Materialien:

$106\frac{1}{3}$ Sch.R. Bruchsteine zu $84\frac{1}{1\frac{1}{2}}$ Sch.R. Randsteinen, à $1\frac{1}{4}$ pro Sch. R. . . . . .

$1032\frac{1}{4}$ Sch.R. desgl. zu $860\frac{1}{4}$ Sch.R. Gestück, à $1\frac{1}{3}$ pro Sch.R.

$1138\frac{5}{1\frac{1}{2}}$ Sch.R. Bruchsteine. Hierzu

540 Sch.R. Thonschiefer, welche nach der Verwendungs-Tabelle des Abtrags aus dem Planum gewonnen werden, zu brechen und auf 30 Ruthen zu bringen, zu 1 Rthlr. 21 Sgr. . . . . .

$598\frac{5}{1\frac{1}{2}}$ Sch.R. desgl. aus dem . . . . . Bruche auf eine mittlere Entfernung von 260 Ruthen zu nehmen, zu 2 Rthlr. 12 Sgr. .

$1138\frac{5}{1\frac{1}{2}}$ Sch.R. wie oben

$402\frac{1}{1\frac{1}{2}}$ Sch.R. Kieselschiefer zu $322\frac{1}{3}$ Sch.R. Ueberschüttung, à $1\frac{1}{4}$ pro Sch.R. in dem . . . . . Bruche zu brechen, 900 Ruthen weit zu nehmen und auf $1\frac{1}{2}''$ Dicke zu zerschlagen, zu 6 Rthlr. 25 Sgr. .

$139\frac{1}{2}$ Sch.R. Kieselschiefer zu $239\frac{1}{6}$ Sch.R. 6″ hohes Pflaster der Rinnen, à $\frac{7}{1\frac{1}{2}}$ pro Q.R.

$106\frac{1}{4}$ desgl. zu $141\frac{2}{3}$ Q.R. 8″ hohes der Fahrbahn, à $\frac{3}{4}$ pro Q.R.

$245\frac{3}{4}$ Sch.R. Kieselschiefer in dem . . . . . Bruche zu brechen, zuzuhauen und auf 900 Ruthen beizubringen, zu 7 Rthlr. 16 Sgr. . . . . .

$185\frac{5}{1\frac{1}{2}}$ Sch.R. durchgeworfener Sand zu $370\frac{5}{6}$ Q.Ruth. Pflaster, à $\frac{1}{2}$ pro Q.R. in dem . . . . Bruche auf 240 Ruthen genommen, zu 1 Rthlr. 25 Sgr. .

117 Sch.R. Steinschutt zu den Fuß- und Sommerwegen aus den Sandsteinbrüchen bei . . . . . auf 560 Ruthen zu nehmen und auf $1\frac{1}{2}''$ zu zerschlagen, zu 3 Rthlr. . . . . .

Summa der Materialien

Maaße.			Geldbetrag.		
Länge.	Breite.	Höhe.	Rthlr.	Sgr.	Pf.
1630°	½′	1¼′	—	—	—
—	—	—	918	—	—
—	—	—	1436	6	—
—	—	—	2753	7	11
—	—	—	1851	9	6
—	—	—	339	27	11
—	—	—	351	—	—
			7649	21	4

	Maaße.		
	Länge.	Breite.	Höhe.
C. Mauerwerk.			
1) Trocknes Mauerwerk mit Rollschichten und Kalkmörtel.			
a) Futtermauer zwischen dem 5ten und 7ten Profil.			
896 K.F. Erde aus dem Fundamente	128	$3\frac{1}{2}$	2
576 desgl. aus der Stelle des obern Theils, die noch nicht bei dem Plano verrechnet ist .	128	3	$1\frac{1}{2}$
1472 K.F. oder $10\frac{1}{4}$ Sch.R. Erde, sind schon in der Verwendungs-Tabelle des Abtrags verrechnet.			
896 K.F. Fundament der trocknen Mauer	128	$3\frac{1}{2}$	2
1323 K.F. oberer Theil . . .	128	$2\frac{1}{1\,2}$	4
2219 K.F. trocknes Mauerwerk.			
267 K.F. Mauerwerk in Kalkmörtel an der Rollschichte . . .	128	$2\frac{1}{1\,2}$	1
512 Q.F. trockne Mauer zu berappen	128	—	4
b) Futtermauer zwischen dem 9ten und 12ten Profil u. s. w.			
2) Futtermauer in Kalkmörtel.			
a) Zwischen dem 24sten und 27sten Profil.			
$10\frac{2}{3}$ Sch.R. Fels aus dem Fundamente zu schroten, sind schon in der Verwendungs-Tabelle des Abtrags verrechnet	236	$6\frac{1}{2}$	1
1534 K.F. Fundament . .	236	$6\frac{1}{2}$	1
17700 K.F. oberer Theil . .	236	$6\frac{1}{2}$ / $3\frac{1}{2}$ } 5	15
19234 K.F. Mauerwerk in Kalkmörtel			
b) Zwischen dem 61sten und 62sten Profil u. s. w.			

		Maaße.		
		Länge.	Breite.	Höhe.
3) Brücken und Kanäle.				
a) Kanal am 4ten Profil. (Wie Fig. 50., nur ist eine Breite von 38′ angenommen.)				
790	K.F. Erde aus den Fundamenten der Widerlager und Flügelmauer	$105\frac{1}{3}$	$2\frac{1}{2}$	3
285	desgl. aus der Stelle des Wasserlaufs zwischen den Widerlagern	38	3	$2\frac{1}{2}$
75	desgl. der obern Flügelmauern	$6\frac{2}{3}$	3 / 7 } 5	$2\frac{1}{4}$
107	desgl. der untern	$7\frac{3}{4}$	3 / 7 } 5	$2\frac{3}{4}$
1257	K.F. oder			
$8\frac{3}{4}$	Sch.R. Erde, sind bereits in der Verwendungs-Tabelle des Abtrags verrechnet.			
	Gewölbe.			
$15\frac{1}{6}$	O.F. vom Anfang des Gewölbes zum Segmente . .	—	7	$2\frac{1}{6}$
$4\frac{2}{3}$	Segment ($\frac{2}{3}$ des Produktes der Sehne durch den Pfeil) . .	—	7	1
$19\frac{5}{6}$	Hiervon ab das Leere des Halbkreises von 3′ Durchmesser mit			
$3\frac{1}{21}$	bleibt			
$16\frac{1}{3}$	O.F. mit der Länge, giebt .	38	—	—
621	K.F. Gewölbe.			
	Gewöhnliches Mauerwerk.			
110	K.F. Fundamente der untern Flügel	16	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$
427	desgl. der Widerlager . .	76	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$
86	desgl. der obern Flügelmauern	$13\frac{1}{3}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{7}{12}$
623				

		Maaße.		
		Länge.	Breite.	Höhe.
623				
64	K. F. Untermauern der Platten des Wasserlaufs zwischen den obern und untern Flügelmauern	$15\frac{5}{12}$	5	$\frac{5}{6}$
95	desgl. zwischen den Widerlagern	38	3	$\frac{5}{6}$
228	desgl. Widerlager . . .	76	2	$1\frac{1}{2}$
58	Prismen der untern Flügelmauern	13	2 2 $1\frac{1}{2}$ } $1\frac{5}{6}$	$2\frac{5}{12}$
61	desgl. der obern Flügelmauern	$13\frac{1}{3}$	2 2 $1\frac{1}{2}$ } $1\frac{5}{6}$	$2\frac{1}{2}$
21	desgl. beide Stirnmauern .	14	$1\frac{1}{2}$	1
1150	K. F. gewöhnliches Mauerwerk.			
114	O. F. Platten im Wasserlaufe zwischen den Widerlagern .	38	3	—
71	desgl. zwischen der obern und untern Flügelmauer . . .	$7\frac{1}{2}$ $6\frac{2}{3}$ }	3 5 5 }	—
185	O. F. Bruchsteinplatten zu legen.			
$14\frac{1}{4}$	K. F. Guß von Traßmörtel auf das Gewölbe	35	$3\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
	b) Brücken von 15′ Oeffnung über den . . . . . Bach am 18ten Profil.			
	u. s. w.			
	c) Kanal am 23sten Profil.			
	u. s. w.			

Nach dieser Auseinandersetzung kommen bei dem Mauerwerke folgende Arbeiten vor:

Pos.	Erd-arbeiten.	Felsen-arbeiten.	Trockenes Mauerwerk.	Berappen.	Gewölbe.	Gewöhnliches Mauerwerk in Kalkmörtel.	Bruchsteinplatten zu legen.	Mauerwerk in Quader.	Abweiser zu setzen.	Traßguß auf die Gewölbe.	Steinvorlage im Wasserlaufe.
	Sch. R.	Sch. R.	K. F.	Q. F.	K, F.	K. F.	K. F.	K. F.	Stück.	K. F.	
1) a	$10\frac{1}{4}$	—	2219	512	—	267	—	—	—	—	—
b	$36\frac{1}{2}$	—	8521	2420	—	940	—	—	—	—	—
u. s. w.											
2) a	—	$10\frac{2}{3}$	—	—	—	19234	—	—	—	—	—
b	$15\frac{1}{3}$	5	—	—	—	6436	—	—	—	—	—
u. s. w.											
3) a	$8\frac{3}{4}$	—	—	—	621	1150	185	—	—	$14\frac{1}{4}$	—
b	$48\frac{1}{2}$	—	—	—	4761	8450	—	$784\frac{1}{2}$	6	$64\frac{1}{3}$	2566
c	$6\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{4}$	—	—	595	1236	—	$54\frac{2}{3}$	—	$17\frac{1}{2}$	292
u. s. w.											
Summa .	$194\frac{1}{2}$	$28\frac{1}{3}$	18720	4392	8931	54377	467	$2562\frac{2}{3}$	18	$284\frac{5}{6}$	6533
oder in Sch.- und Q. R.	$194\frac{1}{2}$	$28\frac{1}{3}$	130	$30\frac{1}{2}$	62	$377\frac{2}{3}$					$45\frac{1}{3}$

		Rthlr.	Sgr.	Pf.
194½	Sch. R. Erde sind, wie oben bemerkt, schon verrechnet			
28⅕	Sch. R. Fels desgl.			
130	Sch. R. trocknes Mauerwerk anzufertigen, zu 1 Rthlr. 15 Sgr. . . .	195	—	—
30½	Q. R. zu berappen, incl. Auszwicken der Fugen, zu 22 Sgr. 6 Pf. . .	22	26	3
62	Sch. R. Gewölbe aufzumauern, zu 3 Rthl. 25 Sgr.	237	20	—
377⅔	Sch. R. gewöhnliches Mauerwerk auszuführen, zu 2 Rthlr. 20 Sgr. . .	1007	3	4
467	Q. F. Platten in Kalkmörtel zu legen, zu 4 Pf.	5	5	8
2562⅔	K. F. Mauerwerk in Quadern desgl., zu 1 Sgr. 4 Pf.	113	26	11
18	Abweiser zu versetzen, zu 3 Sgr. . .	1	24	—
284⅚	K. F. Traßguß anzurühren und auf die Gewölbe zu bringen, zu 1 Sgr. 6 Pf.	14	7	3
45⅓	Sch. R. Steinvorlage in gutem Verbande zu versetzen, zu 1 Rthlr. 20 Sgr.	75	16	8
	Summa des Arbeitslohns .	1673	10	1
	Hierzu an Materialien:			
162½	Sch. R. Thonschiefer zu 130 Sch. R. trocknes Mauerwerk, à 1¼ pro Sch. R.			
¾	desgl., 30½ Q. R. Berappen, à ¼σ pro Q. R.			
	desgl. 439⅔ Sch. R. Mauerwerk in Kalkmörtel.			
527⅔	à 1⅕ pro Sch. R.			
690⅚	Sch. R. Thonschiefer aus dem . . . . Bruche auf 266 Ruthen zu nehmen, zu 2 Rthlr. 12 Sgr.	1658	—	—
	Latus .	1658	—	—

		Rthlr.	Sgr.	Pf.
	Transport .	1658	—	—
$56\frac{2}{3}$	Sch.R. 3 bis 4 Centner schwere Kieselschieferblöcke zu $45\frac{1}{2}$ Sch.R. Steinvorlage, à $1\frac{1}{4}$ pro Sch.R. im . . . Bruche auf 900 Ruthen zu nehmen, zu 5 Rthlr. 9 Sgr.	300	10	—
545	Q.F. 4zöllige Bruchsteinplatten zu 467 Q.F. Platten, à $1\frac{1}{6}$ zuzuhauen und auf 1 Meile beizubringen, zu 1 Sgr.	18	5	—
$732\frac{3}{4}$	Tonnen . . . . . Kalk zu $439\frac{2}{3}$ Sch.R. Mauerwerk in Kalkmörtel, à $1\frac{2}{3}$ pro Sch.R.			
$2\frac{1}{2}$	desgl. 467 Q.F. Platten, à $\frac{3}{4}$ pr. Q.R.			
$28\frac{1}{2}$	desgl. $2562\frac{2}{3}$ K.F. Mauerwerk in Quadern, à $\frac{1}{9}\sigma$ pro K.F.			
$12\frac{1}{4}$	desgl. $30\frac{1}{2}$ Q.R. Berappen, à $\frac{4}{1}\sigma$ pro Q.R.			
$9\frac{1}{2}$	desgl. $284\frac{5}{6}$ K.F. Traßguß, à $\frac{1}{3}\sigma$ pro K.F.			
$785\frac{1}{2}$	Tonnen . . . . . Kalk auf 2 Meilen zu nehmen, zu 1 Rthlr. 25 Sgr. . .	1440	2	6
$35\frac{1}{2}$	Tonnen Traß zu $284\frac{5}{6}$ K.F. Traßguß, à $\frac{1}{8}$ pro K.F., zu 2 Rthlr. . . .	71	—	—
2819	K.F. . . . . Quader zu 2562 K.F. Mauerwerk in Quader, à $1\frac{1}{10}$ pro K.F. auf 2 Meilen zu nehmen, incl. Behauen, zu 23 Sgr.	2161	7	—
18	Stück Abweiser ebendaher, nach der Zeichnung, zu 2 Rthlr. 10 Sgr. . .	42	—	—
$155\frac{1}{5}$	Sch.R. durchgeworfener Sand zu 776 Tonnen Kalk (excl. $9\frac{1}{2}$ Tonne Kalk zum Traßguß), à $\frac{1}{5}$ pro Tonnen von . . . . zu nehmen, zu 1 Rthlr. 25 Sgr.	284	16	—
	Summa der Materialien .	5975	10	6

		Rthlr.	Sgr.	Pf.
	Ausschöpfungs- und Abdämmungs-Kosten			
	zu 3) b .	50	—	—
	zu 3) d .	75	—	—
	(Größere Arbeiten werden nach einem Ueberschlage hier angesetzt.)			
	Summa .	125	—	—
	Rüstungen und Leerbogen.			
	Rüstung zur 15′ hohen Mauer ad 2) à			
236	laufende Fuß zu 2 Sgr.	15	22	—
	Leerbogen zu 3) a .	5	—	—
	zu 3) b .	25	—	—
	zu 3) c .	5	—	—
	u. s. w.			
	(Bei größern Brücken werden die Leerbogen speciell veranschlagt.)			
	Summa .	107	22	—
	D. Geländer und Schutzhecken.			
	a) Geländer an dem steilen Abhange vom 12ten zum 17ten Profil. (Fig. 89.)			
103	Löcher zur Stellung der Pfeiler auszugraben, die Pfeiler zu versetzen und mit Bruchsteinen fest zu umstücken (2′ lang, 2′ breit, 2′ hoch), zu 4 Sgr. . . .	13	22	—
323	K. F. Eichenholz zu 102 Lehnen zu beschlagen, sauber zu hobeln, zuzurichten und zu legen ($12\frac{2}{3}$′ lang, $\frac{1}{2}$′ breit, $\frac{1}{2}$′ hoch), zu 3 Sgr. 6 Pf.	37	20	6
2142	Q. F. Eichenholz an 102 Lehnen, à 21 Q. F. pro Stück, mit dunkelgrauer Oelfarbe dreimal anzustreichen und die Löcher über den Schraubenmuttern zu verkitten, zu 10 Pf.	59	15	—
	Latus .	110	27	6

Hier-

		Rthlr.	Sgr.	Pf.
	Transport .	110	27	6
	Hierzu an Materialien:			
323	K. F. Eichenholz, im Beschlage gemessen, incl. Transport auf die Baustelle, zu 8 Sgr.	86	4	—
103	Pfeiler von . . . . Quadern, über Erde 8″ dick und $2\frac{1}{2}$′ hoch behauen, in der Erde 2′ hoch 10′ dick unbehauen, auf 2 Meilen zu nehmen, zu 1 Rthlr. 15 Sgr.	154	15	—
$3\frac{7}{12}$	Sch. R. Thonschiefer zum Ausstücken der 103 Löcher à 5 K. F., zu 1 Rthlr. 24 Sgr.	6	16	—
$257\frac{1}{2}$	Pfund Schmiedeeisen zu 103 Stück Eisenbolzen mit Muttern, 9″ lang, $2\frac{1}{2}$ Pfd. schwer, pro Pfund incl. Vergießen und das dazu nöthige Blei zu 5 Sgr. . .	42	27	6
	(Das Gewicht ist bei der Abnahme mit Wagezetteln zu belegen.)			
	b) Schutzhecke von Hainbuchen in den Abhängen vom 36sten zum 41sten und vom 57sten zum 63sten Profil von			
157	Sch. R. Hecken zu setzen, nämlich die Gräben $2\frac{1}{2}$′ breit, 2′ tief auszuwerfen, die Pflanzen in drei Reihen 1′ von einander zu setzen, mit guter Erde zu umgeben und diese nach der Böschungslinie festzutreten, incl. Ankauf und Transport der Setzlinge auf $1\frac{1}{2}$ Meilen, zu 18 Sgr.	94	6	—
	Summa .	495	6	—
	E. Weidenpflanzungen längs dem Bache zwischen dem 12ten und 17ten Profil.			
$231\frac{3}{4}$	O. R. Weidenpflanzung anzufertigen, nämlich die Setzlinge zu schneiden, zuzurichten und zu setzen (103° lang, $2\frac{1}{4}$° breit, zu 7 Sgr.	54	2	3
	Latus .	54	2	3

	Rthlr.	Sgr.	Pf.
Transport .	54	2	3
Hierzu			
1043 Schock Setzlinge, à 4½ pro Q.R., aus der herrschaftl. Pflanzung bei . . . . . auf 2 Meilen genommen, zu 4 Sgr. 6 Pf.	156	13	6
Summa .	210	15	9
F. Ungefähre Grundentschädigung.			
940 Q.R. gutes Ackerland vom 1sten zum 2ten, vom 18ten zum 28sten und vom 47sten zum 52sten Profile anzukaufen, zu 1 Rthlr. 5 Sgr.	1096	20	—
630 Q.R. mittelmäßiges desgl. vom 52sten zum 69sten, zu 15 Sgr.	315	—	—
u. s. w.			
Anzukaufende Gebäude zur Verbreiterung der Straße in der Durchfahrt des Dorfes:			
Scheune Nr. 1. des Lokalplans . .	150	—	—
Wohnhaus Nr. 2.	340	—	—
Desgl. Nr. 3.	620	—	—
Stall Nr. 4.	60	—	—
u. s. w.			
(Bei der Ausführung durch vorschriftsmäßige Abschätzungen näher zu ermitteln.)			
Für Abbruch der Gebäude und Planiren des Schuttes	140	—	—
(Bei der Abnahme speciell nachzuweisen.)			
Summa .	3656	20	—
Aus der alten Straße wird durch Versteigerung gelöst werden können . . .	450	—	—
Ist mithin noch zu vergüten	3206	20	—

Wiederholung.

	Kostenbetrag im Einzelnen.			im Ganzen.		
	Rthlr.	Sgr.	Pf.	Rthlr.	Sgr.	Pf.
A. Erd- und Felsenarbeiten .	—	—	—	8024	11	2
B. Steinweg und Pflaster.						
a) Arbeitslohn	1310	6	2			
b) Materialien	7649	21	4	8959	27	6
C. Mauerwerk.						
a) Arbeitslohn	1673	10	1			
b) Materialien	5975	10	6			
c) Ausschöpfen und Abdämmen	125	—	—			
d) Rüstung und Leerbogen .	107	22	—	7881	12	7
D. Geländer und Schutzhecken .	—	—	—	495	6	—
E. Weidenpflanzungen . . .	—	—	—	210	15	9
F. Ungefähre Grundentschädigungen	—	—	—	3206	20	—
G. Anschaffung und Unterhaltung des Geschirrs zu B a, D u. E (Bei der Abnahme nachzuweisen.)	—	—	—	80	—	—
H. Für Aufsicht:						
2 Aufseher während 6 Monaten, 12 Monate zu 25 Rthl.	300	—	—			
3 Wegewärter als Unteraufseher während 6 Monaten, 18 Monate zu 15 Rthlr. . .	270	—	—	570	—	—
(Zur Liquidation.)						
I. Insgemein und für unvorhergesehene Fälle	—	—	—	250	—	—
(Zum speciellen Nachweise bei der Abnahme.)						
Summa .	—	—	—	29678	3	—

. . . den 18

N. N.

3.

Straße von .... nach ....

Kosten-Anschlag

über die auszuführenden Pflaster-Reparaturen in den Durchfahrten von N.N. und N.N.

In den engen Durchfahrten zu N.N. und N.N. sind die Stellen, auf welchen die Räder gewöhnlich gehen, nach dem Aufbruche des Pflasters auf 3′ Breite und 6″ Höhe aufzuheben und mit Steingerölle auszufüllen, welches mit etwas Sand bedeckt und befahren wird, bis dahin es sich festgesetzt hat.

	Benennung der Arbeiten und der einzelnen Gegenstände.	Maaße. Länge.	Breite.	Höhe.	Geld-Betrag. Rthlr.	Sgr.	Pf.
	Durchfahrt von N.N.						
	5 Q.R. zwischen dem . . und der . .	5°	1°	—			
	10 desgl. von da zum Anfange des Pflasters	10°	1°	—			
1)	15 Q.R. Pflaster aufzubrechen, die Steine zu sortiren und die brauchbaren auf der Seite aufzusetzen, zu 10 Sgr. . . .	—	—	—	5	—	—
2)	2 Sch.R. unbrauchbare Steine zur Straßen-Unterhaltung auf 100 Ruthen wegzufahren, zu 20 Sgr.	—	—	—	1	10	—
3)	15 Q.R. Pflaster zu setzen, nämlich das alte Grundbett zu $\frac{2}{3}$ wegzufahren, den Rest auf die Seite zu legen, das neue Grundbett zu planiren, den alten Sand wieder aufzubringen und die Steine zuzurichten, reihenweise zu versetzen und zu stampfen, zu 1 Rthlr. 25 Sgr. . . .	—	—	—	27	15	—
	Hierzu an Materialien.						
	5 Sch.R. lagerhafter Grauwacken-Schiefer, à $\frac{1}{3}$ pro Q.R. als Zusatz aus dem Rauhen bossirt und auf 540 Ruthen beigebracht, zu 4 Rthlr. 18 Sgr. . .	—	—	—	23	—	—
	Latus .	—	—	—	56	25	—

Benennung der Arbeiten und der einzelnen Gegenstände.	Maaße. Länge.	Breite.	Höhe.	Geld-Betrag. Rthlr.	Sgr.	Pf.
Transport .	—	—	—	56	25	—
5 Sch. R. durchgeworfener Sand, à $\frac{1}{3}$ pro Q. R. in der Kiesgrube bei Biebernheim auf 400 Ruthen genommen, zu 2 Rthlr. 11 Sgr.	—	—	—	11	25	—
Aufsicht während des Sortirens der Steine, 2 Tage, zu 22 Sgr. 6 Pf. .	—	—	—	1	15	—
Durchfahrt N. N.						
25 Q. R. Pflaster aufzubrechen, die Steine zu sortiren und die brauchbaren auf der Seite aufzusetzen, zu 10 Sgr. .	25°	1°	—	8	10	—
4 Sch. R. unbrauchbare Steine zur Straßen-Unterhaltung auf 120 Ruthen wegzufahren, zu 25 Sgr. . .	—	—	—	3	10	—
$12\frac{1}{2}$ Sch. R. Grundbett auszuheben, $\frac{2}{3}$ davon auf 60 Ruthen wegzufahren, den Rest auf die Seite zu bringen, das Steingerölle zu vertheilen und mit Sand zu decken, zu 1 Rthlr. . . .	25°	1°	$\frac{1}{2}$	12	15	—
25 Q. R. Pflaster zu setzen, nämlich das Grundbett, nachdem es festgefahren ist, zu planiren, die gesenkten Stellen mit Sand wieder aufzufüllen und die Steine zuzurichten, reihenweise zu versetzen und zu stampfen, zu 1 Rthlr. 25 Sgr.	—	—	—	33	10	—
Hierzu an Materialien.						
$8\frac{1}{3}$ Sch. R. lagerhafte Grauwacken, à $\frac{1}{3}$ pro Q. R., aus dem Rauhen bossirt und auf 540 Ruthen beigebracht, zu 4 Rthlr. 18 Sgr.	—	—	—	38	10	—
$8\frac{1}{3}$ Sch. R. Steingerölle zur Grundlage auf 300 Ruthen genommen, zu 2 Rthlr. 6 Sgr. . . . . Q. R.	25	—	$\frac{1}{3}$	18	10	—
Aufsicht während des Sortirens der Steine, $2\frac{1}{2}$ Tage, à 22 Sgr. 6 Pf.	—	—	—	1	26	3
Summa .	—	—	—	186	6	3

N. den ten 18

Der . . . N. N.

4.

Straße von . . . . . nach . . . . . .
Strecke zwischen . . . . . und . . . . . .

Kostenanschlag über Materialien-Lieferung zur Unterhaltung dieser Strecke auf das Jahr 18...

Bezeichnung der einzelnen Strecken und der Gattung des Materials.	Länge der Strecken. Ruthen	Breite der zu beschüttenden Fahrbahn. Fuß	Mittlere Transportlänge. Ruthen	Dicke, zu welcher das Material verschlagen wird. Zoll	1 Sch. R. auf laufende Ruthen.	Anzahl und Preis der Schachtruthe.	Geld-Betrag. Rthlr.	Sgr.	Pf.
1) Zwischen dem . . . . . bei der . . . . . und dem	97	12—16	200	1½	20	5 Sch. R.	16	10	—
Feste Wacken von dem . . . . . , zur Hälfte bergaufwärts	—	—	—	—	—	3 Rtlr. 8 Sgr.			
2) Zwischen dem . . . . . und	4383	12—16	850	1½	—	17½ Sch. R.	91	17	6
Kieselschiefer aus . . . . . u. s. w.	—	—	—	—	—	5 Rtlr. 7 Sgr.			
					Summa .	83⅚	423	16	1

. . . . . den ten 18

Der Königl. . . . . .

N. N.

5.

Straße von . . . . . nach . . . . . .

Strecke zwischen . . . . und . . .

Kostenanschlag über die Reparaturen dieser Strecke auf das Jahr 18 . . .

Beschreibung der Arbeit.	Maaße und Preise.	Geld-Betrag. Rthlr.	Sgr.	Pf.
1. Abschlämmen des Koths und Vertheilen des Materials.				
1) Es werden auf die Strecke $83\frac{5}{6}$ Schachtruthen Unterhaltungs-Material angefahren, wovon $\frac{1}{4}$ durch die Wegewärter und $\frac{3}{4}$ mit . . . . . durch Hülfsarbeiter vertheilt werden; zu	62 Sch. R. 8 Sgr.	16	16	—
2) Dreimaliges Abschlämmen des Koths von der Fahrbahn 2043° 6′ × 3 = . . . pro 1000 laufende Ruthen	6131 lauf. Rth. 8 Rthlr. 10 Sgr.	51	2	9
Latus .	—	67	18	9

Beschreibung der Arbeit.	Maaße und Preise.	Geld-Betrag. Rthlr.	Sgr.	Pf.
Transport .	—	67	18	9
2. Ausbrechen des holprigen Steinwegs und Verschlagen der Steine.				
5670 K.F. zwischen dem . . . . . und der . . . . . × 70° ¾° ¾′				
4680 desgl. zwischen . . . . . bis 26 1¼ 1				
30780 desgl. zwischen . . . . . bis . . . . . 190 1 ¾				
3) 41130 K.F. oder	285⅔ Sch. R.			
Kieselschiefer auszubrechen, die Steine zu unterlegen, 3" dick, und die Decke auf 3" Zoll hoch zu 1½" Dicke zu verschlagen und profilmäßig auf die Fahrbahn zu legen, à	1 Rthlr. 15 Sgr.	428	15	—
3. Ausheben der Gräben.				
4) Zwischen dem Damm oberhalb . . . . . und	360 Sch. R.			
Gräben wieder zu eröffnen, und den Schutt auf 30 Ruthen in den . . . . . zu bringen, à	5 Sgr.	60	—	—
5) Zwischen . . . . und der Brücke über den . . . . Bach am . . . 160 Sch. R.				
zwischen . . . . . Mühle und Utschehütte . . . . . 113 "				
Gräben auf 5′ obere, 1½′ Sohlen-Breite und 1½′ Tiefe zu eröffnen und die großen Felsblöcke auf die Seite zu bringen, à	273 Sch. R. 9 Sgr.	81	27	—
Zusammen .	—	638	—	9
Hierzu an Rendanten-Gebühren, à 1 p. C.	—	6	11	5
Summa .	—	644	12	2

. . . . den ten 18

Der . . . . .

N. N.

6.

Versteigerungs-Bedingungen für öffentliche Arbeiten.

1ster Art.

Unternehmer, welche die öffentlich bekannt gemachten Arbeiten übernehmen wollen, reichen ihre schriftlichen Anerbietungen bis zu dem . . . . . bei dem . . . . . versiegelt ein.

Nach dem bestimmten Termine werden keine Submissionen mehr angenommen; am folgenden Tage Morgens um . . Uhr werden sämmtliche Anerbietungen eröffnet, und der Mindestfordernde erhält den Zuschlag, dessen Genehmigung die höhere Behörde sich vorbehält.

2ter Art.

Für Kunstarbeiten muß der Unternehmer seine Sachkenntniß durch die Bescheinigung eines obern Bau-Beamten ausweisen.

3ter Art.

Wenn er die Arbeit nicht als Meister selbst leitet, so hat er sich mit einem tüchtigen Maurer- oder Zimmermeister zu versehen, so wie jederzeit die Anzahl Arbeiter zu stellen, welche von den Baubeamten als nothwendig vorgeschrieben wird. Läßt er sich hierin eine Nachlässigkeit zu Schulden kommen, so stellt der mit der Aufsicht beauftragte Beamte, auf des Unternehmers Kosten und zu jedem Preise, Arbeiter ein.

4ter Art.

Der Unternehmer kann sich eigenmächtig keine Veränderung in der Arbeit erlauben, unter Strafe, daß ihr auf seine Kosten abgeholfen wird. Er hat aber alle Abänderungen, welche der Bau-Beamte ihm schriftlich angiebt, auszuführen, in sofern sie nicht ein Viertheil des Kostenanschlages im Mehr- oder Minderbetrage übersteigen.

Diese werden bei der Abnahme nach den durch die Submission festgestellten Preisen in Anrechnung gebracht.

5ter Art.

Die Anzahl der Vermessungen ist für jede Arbeit nach ihrem Umfange durch die besonderen Bedingungen festgesetzt. Sie geschehen bloß nach der gemachten Arbeit, und der Unternehmer kann sich keinesweges auf den Betrag des Kosten-Anschlages berufen.

Sollte sich derselbe über einen Theil der Vermessung zu beschweren haben, so erklärt er dem Bau-Beamten schriftlich seine Gründe innerhalb zehn Tagen nach der Vermessung, weil späterhin keine Rücksicht darauf genommen wird.

6ter Art.

Der Unternehmer erhält seine Zahlung vierzehn Tage nach jeder gemachten Aufnahme.

7ter Art.

Wenn durch die Schuld des Unternehmers die Arbeit so langsam vorrückt, daß man daraus sieht, sie könne zur bestimmten Zeit nicht beendigt seyn, oder wenn ein Theil schlecht ausgeführt seyn sollte: so kann die vorgesetzte Behörde auf einen Bericht des Bau-Beamten den Kontrakt aufheben, und einen neuen Kontrakt durch Versteigerung oder auf jede andere billige Weise auf Kosten des Unternehmers schließen lassen. In beiden Fällen bedarf es keiner besonderen Aufforderung des Unternehmers, sondern durch den bloßen Ablauf des gedachten Termins erhält der neue Kontrakt seine verbindende Kraft.

8ter Art.

Der Unternehmer kann ohne vorherige Anfrage keine Unterkontrakte schließen, unter Strafe, daß die Arbeit auf seine Kosten wieder versteigert oder verakkordirt wird.

9ter Art.

Er stellt einen Caventen, welcher sich solidarisch mit ihm für die gute Ausführung der Arbeit verantwortlich macht.

10ter Art.

Entstehen Streitigkeiten zwischen dem Bau-Beamten und dem Unternehmer über die Güte des Materials, Ausführung der Arbeit, oder über einen sonstigen technischen Gegenstand, so ernennt die vorgesetzte Behörde einen andern Bau-Beamten, welcher den streitigen Gegenstand an Ort und Stelle zu besichtigen und nach Anhörung der beiden Theile hierüber ein motivirtes Gutachten zu erstatten hat, wobei es in der Art sein Bewenden hat, daß die Kontrahenten auf alle weitere, von sonstigen Kunstverständigen vorzunehmende Besichtigung verzichten, die Streitigkeiten mögen im Verwaltungs- oder gerichtlichen Wege entschieden werden.

11ter Art.

Der Unternehmer erhält den Kostenanschlag und die dazu gehörigen Pläne zu seinem Gebrauche, giebt sie aber nach beendigter Arbeit zurück.

12ter Art.

Er bezahlt die Bekanntmachungs- und Versteigerungs-, so wie die Stempel-, Cautions- und Einregistrirungs-Gebühren.

den ten 18

Eingesehen von dem Unternehmer Der

N. N.

7.

Bedingungen zur Ausführung der Erd- und Felsenarbeiten und Lieferung der Materialien, welche zur Erbauung der Straßenstrecke von ..... nach ..... erforderlich sind.

1ster Art.

Der Unternehmer stellt auf eigene Kosten alles Geschirr, Geräthschaften und Fuhrwerk, welches zur Ausfüh-

rung der Arbeiten und Lieferungen nöthig ist, und liefert die Materialien auf die Baustelle, so daß zu deren Beibringung auf die Arbeit weiter keine Handlanger nöthig sind.

Derselbe zahlt ebenfalls alle Grundentschädigungen, für Förderung der Materialien, zur Versteinung und Mauerwerk, so wie für die Abfuhrwege, entweder nach gütlicher Uebereinkunft mit den Eigenthümern, oder nach einer vorzunehmenden kontradiktorischen Abschätzung.

2ter Art.

Erd- und Felsenarbeiten.

Sie werden von dem Bau-Beamten abgesteckt, und nach dessen Angabe, sowohl was die Reihefolge der Arbeiten, als die Stellen, wohin die Abträge zu bringen sind, betrifft, genau ausgeführt. Es bleiben an den Stellen, wo die Höhen und Breiten des Abtrags wechseln, Zeigen stehen, wonach die gemachte Arbeit späterhin aufgenommen wird; letztere wird im Abtrage gemessen.

Der Unternehmer ist verpflichtet, den Auftrag in Schichten von 6″ Höhe mit aller Sorgfalt stampfen zu lassen, so daß dieser sich im Werke so wenig als möglich mehr setzt.

Es ist ihm jedoch gestattet, zur Beförderung des Setzens und Verminderung des Stampfens den Auftrag mit Spritzen begießen zu lassen. Das Planiren geschieht von Seiten der Wegebauverwaltung, der Unternehmer hat jedoch alle Auf- und Abträge genau nach den Absteckpfählen zu machen. Auch die Felsenböschungen müssen sauber ausgesprengt und abgehauen seyn.

Er ist verpflichtet, alle Steine sowohl aus den Erdabträgen als aus dem Felsensprengen, welche zur Versteinung und Mauerwerk brauchbar sind, abzusondern, und in der Dicke, wie sie sich vorfinden, zu diesen Arbeiten anfahren zn lassen.

Das Aussuchen der Steine aus der Erde und Beifahren wird mit 1 Rthlr. für die Sch. R., und diejenigen

Steine, welche aus dem Planum gesprengt und zur Versteinung geliefert werden, wie die gewöhnlichen Felsenarbeiten bezahlt.

3ter Art.

Die Erd- und Felsenarbeiten werden so betrieben, daß bis zum Eintritte der schlimmen Witterung jede Woche . . . Sch.R. Erde und . . . Sch.R. Fels zum Auftrage gebracht werden.

Auch in der schlechten Witterung wird fortgearbeitet, jedoch alsdann nach Umständen eine geringere Masse von Arbeit verlangt werden.

4ter Art.

Wenn andere Transporte als nach dem Anschlage vorkommen sollten, so werden pro Sch.R. für 10 Rthlr. weitern Transport $\frac{1}{12}$ Silbergroschen in Anschlag gebracht.

5ter Art.

Bruchsteine zur Versteinung.

Die Randsteine werden aus den größten Steinen mit lagerhaften Köpfen ausgesucht, und dürfen nicht unter 5″ Dicke und 15″ Höhe haben. Sie werden nach dem Bedarfe beigebracht.

Zum Gestücke werden die kleineren Steine verwendet, und zwar nicht unter $1\frac{1}{2}$″ und nicht über $2\frac{1}{2}$″ Dicke, und zwischen 6 und 9″ Höhe. Faules Gestein darf nicht angefahren werden.

Die Lieferung wird so betrieben, daß jede Woche . . . laufende Ruthen Gestück fertig gemacht werden können. Während der Zeit, daß die Steine zum Mauerwerke geliefert werden, kann eine verhältnißmäßig geringere Quantität zur Versteinung beigebracht werden.

Während der schlechten Witterung wird ebenfalls nach Umständen eine geringere Quantität Steine verlangt; die Lieferung ist aber dann immer so zu betreiben, daß das fertige Planum sogleich versteint werden kann.

Die Bruchsteine werden im Werke gemessen, und zwar

$1\frac{1}{4}$ Sch.R. auf die Sch.R. Randstein, und $1\frac{1}{5}$ auf die Sch.R. Versteinung.

6ter Art.

Grauwacken-Schiefer zum Pflaster der Fußwege.

Sie sollen aus den festesten Lagern genommen werden, und völlig glatte Köpfe und gutes Lager haben. Diese Steine werden nur zwischen 3 und 5″ Dicke, und 7 bis 8″ Höhe angenommen, sind daher aus den Materialien zur Versteinung sorgfältig auszulesen. Sie werden nach gleicher Dicke und Höhe sortirt, und nach diesen Maaßen in Haufen angefahren.

Die Lieferung geschieht in dem Maaße, daß das Pflaster der Banketten zugleich mit der Versteinung fortschreitet. Sie werden im Werke gemessen, woselbst $\frac{5}{6}$ Sch.R. auf die Quadratruthe gerechnet werden.

7ter Art.

Kieselschiefer zur Pflasterung der Fahrbahn.

Es sind die lagerhaftesten Steine auszusuchen, welche nicht über 7″ Länge, 3 bis 5″ Breite und 6 bis 7″ Höhe haben. Die Köpfe müssen glatt, und alle vorstehende Ecken abgehauen werden. Sie werden in der Art beigefahren, daß jede Woche . . . laufende Ruthen Pflaster fertig werden.

Die Pflastersteine werden im Werke gemessen, wobei man sieben Zwölftheile Sch.R. auf die Quadratruthe rechnet.

8ter Art.

Kieselschiefer zur Ueberschüttung und den Vorrathshaufen.

Hierzu werden nur Steine aus den härtesten Schichten genommen, und alles weiche Gestein weggeworfen.

Sie müssen anderthalbzöllig und ganz rein von Erde seyn.

Die Lieferung ist in der Art zu betreiben, daß die Versteinung, so wie sie fertig wird, gleich bedeckt werden kann. Das nämliche gilt von den Vorrathshaufen, welche

aufzusetzen sind, sobald eine Strecke von 50 Ruthen fertig ist.

Dieses Material wird auf Rechnung des Unternehmers in Kasten gemessen.

9ter Art.

Bruchsteine zum Mauerwerk.

Sie müssen aus festen lagerhaften Steinen bestehen, wenigstens 15″ lang und breit und 4″ dick seyn. Um durchaus gute Steine zu erhalten, werden alle solche Steine, welche in dem Bruche vorkommen, sorgfältig an die Seite gelegt, und nur zum Mauerwerke verwendet. Wenn die gewöhnlichen Brüche keine hinlängliche Quantität liefern, werden sie aus besondern Brüchen genommen.

Die Lieferung wird sogleich nach der Genehmigung angefangen, und muß . . . Wochen später beendigt seyn.

Die Steine werden im Werke gemessen, woselbst man $1\frac{1}{5}$ Sch.R. Steine auf die Sch.R. Mauerwerk rechnet.

10ter Art.

Bruchsteine zur Steinvorlage.

Sie werden aus den Klippen mit Sorgfalt heruntergeschafft, um keine Risse zu bekommen, und beigebracht, sobald die Böschungen, welche damit zu decken sind, fertig werden.

Es wird kein Stein verarbeitet, welcher nicht wenigstens vier Zentner schwer ist.

11ter Art.

Kalk.

Er wird nur in Steinen und gut gebrannt angenommen, und zum täglichen Bedarf auf die Baustelle geliefert. Es werden dem Unternehmer . . . . . Tonnen auf die Sch.R. Mauerwerk gerechnet; jedoch kann der Bau-Beamte verlangen, daß er nach dem Maaße abgenommen wird, wobei der Unternehmer den Messerlohn zahlt.

12ter Art.

Sand zum Mauerwerk und Pflaster.

Er soll scharfkörnig und ohne Beimischung von Erde seyn. Zum Pflaster darf er keine Steine enthalten, welche dicker als $\frac{1}{2}$ Zoll sind, und zum Mauerwerk keine Steine über eine Linie, daher er zu letzterer Arbeit noch einmal durchgesiebt wird.

Er ist zum Bedarfe beizufahren, so daß jedesmal wenigstens 3 Sch.R. bei dem Pflaster und eine halbe Sch.R. für das Mauerwerk vorräthig sind, und wird im Werke gemessen, wobei man eine halbe Sch.R. auf die Q.R. Pflaster und ein Viertheil Sch.R. zur Sch.R. Mauerwerk rechnet.

13ter Art.

Quader und Abweiser.

Sie sollen nach den zu gebenden Zeichnungen sauber und rechtwinklig gehauen, und durchaus ohne Fehler seyn. Sie werden im Werke gemessen, wobei man $1\frac{1}{10}$ K.F. auf den K.F. Mauerwerk rechnet.

14ter Art.

Traß.

Er soll von . . . und von der besten Qualität, daher durchaus ohne Beimischung von Erde oder wildem Trasse seyn, und wird in Tonnen gemessen, wobei der Unternehmer den Messerlohn zahlt.

15ter Art.

Der Sand, Quader und Traß werden zeitig genug beigeliefert, daß nie Aufenthalt in der Arbeit entsteht.

16ter Art.

Der Unternehmer erhält alle 3 Wochen eine Abschlagszahlung, und zwar für die Erd- und Felsenarbeiten auf den Grund specieller Vermessungen, für die Materialien aber nach dem Fortgange der Arbeit.

Von dem Betrage jeder Vermessung wird ein Zehntheil einst-

einstweilen zurückbehalten, und erst nach gänzlicher Ausführung des Kontrakts die ganze Forderung liquidirt.

Wenn die Lieferungen nicht so schnell vorrücken, als es in dem vorigen §. vorgeschrieben ist, so wird das Fehlende auf Kosten des Unternehmers geliefert und ausgeführt, und außerdem hat derselbe dem Maurer, Pflasterer, deren Gesellen, Handlangern und Tagelöhnern den Tagelohn für die Zeit, während welcher sie durch seine Schuld unbeschäftigt waren, nach Feststellung der Bau-Beamten, zu zahlen.

17ter Art.

Der Unternehmer unterwirft sich außerdem den anliegenden allgemeinen Versteigerungs-Bedingungen.

R . . . den ten 18

Der N. N.

Eingesehen von dem Unternehmer.

8.

Bedingungen zur Lieferung der Materialien, welche zu den Pflaster-Reparaturen in der Durchfahrt von . . . . . erforderlich sind.

1ster Art.

Alles Material wird auf die Baustelle in der Art beigefahren, daß für das Beibringen zur Verwendung weiter keine Handlanger nöthig sind.

2ter Art.

Kies.

Der Kies muß sauber durchgeworfen, und unmittelbar, nachdem das Pflaster aufgebrochen ist, abgeliefert seyn. Er wird im Werke zu einem Viertheil Sch. R. auf die O. R. vermessen.

3ter Art.

Grauwacken.

Sie müssen aus den härtesten Lagern genommen und alle Steine weggelassen werden, welche Schieferadern enthalten. Sie werden schon auf dem Bruche aus dem Rauhen behauen, so daß sie keine hervorstehenden Ecken mehr haben; auch muß der Kopf glatt behauen seyn. Katzenköpfe werden nicht angenommen.

Die Länge der Steine soll zwischen 6 und 10″, die Breite zwischen 7 und 9″ und die Dicke zwischen 3 und 6″ seyn. Auf dem Bruche werden sie zu gleicher Dicke sortirt, und die Steine nach diesen Sorten haufenweise angefahren.

Das Fördern nnd Zurichten muß sogleich nach der Genehmigung, die Beifuhr aber 3 Tage nach der Bestellung angefangen werden, und 14 Tage später beendigt seyn.

Die Steine werden im Pflaster gemessen, wo auf die Q.R. zwei Drittheile Sch.R. Steine gerechnet werden.

4ter Art.

Sand.

Der Sand wird durchgeworfen, um ihn von allen Steinen zu reinigen, welche dicker als ein halber Zoll sind; auch darf er keine Beimischung von Erde enthalten.

Er wird nach dem Bedarfe angefahren.

5ter Art.

Alles nicht brauchbare Material wird auf Kosten des Unternehmers weggefahren, und durch gutes ersetzt. Ebenfalls auf dessen Kosten wird das zum gesetzten Termine noch fehlende Material geliefert, und zahlt der Unternehmer den Pflasterern und deren Handlangern den Tagelohn für die Zeit, während der sie durch Mangel an Material unbeschäftigt waren, und zwar nach der Feststellung der Bau-Beamten.

6ter Art.

Die Steine und den Sand läßt der Unternehmer ohne

Vergütigung mit Kasten in Gegenwart der Bau-Beamten messen.

7ter Art.

Die Zahlung geschieht in einem Termine vierzehn Tage nach beendigter Lieferung und geschehener Abnahme.

8ter Art.

Uebrigens unterzieht sich der Unternehmer den anliegenden allgemeinen Versteigerungs-Bedingungen.

N. N. den ten 18

Der . . . . . .

N. N.

Eingesehen von dem Unternehmer,

N. N.

9.

Straßen- und Brücken-Bau-Verwaltung.

Vorschriften zu den Materialien-Lieferungen zur Unterhaltung und Instandsetzung der Landstraßen.

1ster Art.

Kies.

Das Material wird an den im Kosten-Anschlage bezeichneten Stellen genommen, durch eine Hürde von einem Zoll Weite der Gitter durchgeworfen, und alles Gestein muß nach der im Anschlage bezeichneten Dicke zerschlagen werden. Schwere Wacken dürfen nicht weggeworfen, sondern müssen ebenfalls klein geschlagen werden. Undurchgeworfener Kies darf nicht mit Erde vermischt seyn; er muß aus den groben Kies-Schichten genommen, und die dicken Steine müssen gleichfalls zerschlagen werden.

Wenn der Kies aus Flüssen oder Bächen genommen wird, so hat der Unternehmer die von der Wasserbau-Verwaltung zu gebenden Vorschriften zu befolgen.

2ter Art.

Steine und Schrotteln.

Die Stelle, wo sie genommen werden, ist im Kosten-Anschlage bezeichnet, und muß das Material zu der im Anschlage bezeichneten Dicke zerschlagen werden.

Faule oder zu weiche Steine sind wegzuwerfen, ehe die Beifuhr auf die Straße geschieht.

Das Kleinschlagen, sowohl des Kieses als der Steine und Schrotteln, darf nicht auf der Straße geschehen, sondern wird an abgelegenen Plätzen vorgenommen, und die durch das Schlagen entstehenden Splitter unter einem halben Zoll dürfen nicht zu den Haufen genommen werden.

3ter Art.

Kiesgruben, Rosseln und Steinbrüche.

Der Unternehmer benutzt die herrschaftlichen Kiesgruben, Rosseln und Steinbrüche unentgeldlich, aber dermaßen, daß so wenig Schaden als möglich geschieht, indem er allen Schutt aus den Gruben wegkarren läßt, und die Anfuhrwege in gutem Stande erhält. Werden während der Arbeit Kiesgruben, Rosseln oder Steinbrüche vom Staate angekauft, oder solche von den Königl. Bau-Beamten entdeckt, wofür vom Unternehmer keine Entschädigung zu zahlen ist, und welche näher, als im Anschlage angenommen worden, von dem Orte der Ablieferung entfernt sind: so muß sich der Unternehmer den, wegen der näheren Anfuhr, bei der Abnahme nach Anleitung der Preistabelle zu ermittelnden Abzug gefallen lassen. Wenn erkannt wird, daß er Gruben auf Raub gearbeitet hat, so wird die Sohle auf seine Kosten wieder hergestellt.

Wegen Benutzung der Gruben auf Privat-Eigenthum hat er sich mit dem Besitzer abzufinden. Jeden Schaden, welchen er durch die Anfuhr einem Felde zufügt, hat er zu vergüten.

In beiden Fällen wird der Betrag entweder durch

gütliche Uebereinkunft oder durch Ausspruch von Experten bestimmt.

Wenn der Unternehmer eine Grube findet, welche näher an der Straße, als die vorgeschriebene, liegt, und durch den Bau-Beamten als gut anerkanntes Material liefert, so wird ihm der Weniger-Betrag des Transports nicht in Abzug gebracht.

4ter Art.

Anfuhr auf die Straße.

Die Materialien werden auf diejenigen Bankette gesetzt, welche von dem Bau-Beamten vorgeschrieben sind, und zwar in Haufen von . . . Sch. R. Sie werden deswegen bei dem Abladen in Kasten ohne Boden, inwendig . . . Fuß lang, . . . Fuß breit und . . . Fuß hoch geschüttet.

Ihre Entfernung von einander ist durch die im Kosten-Anschlage vorgeschriebene Entfernung der Sch. Ruthen bestimmt.

Kleine Veränderungen, wenn z. B. auf eine besonders ausgefahrene Stelle der Strecke die Haufen näher zusammen, und auf die übrige entfernter anzufahren sind, muß sich der Unternehmer gefallen lassen.

Auf gebauete Strecken wird das Material 2 Fuß von der Kante der Bankette aufgesetzt, und so, daß die größte Länge des Haufens von . . . . . Fuß nach der Länge der Straße läuft. Dieses geschieht unmittelbar nach der Anfuhr.

Schlechtes Material wird auf Kosten des Unternehmers weggefahren und durch gutes ersetzt.

5ter Art.

Das erste Drittheil des Materials muß am 1sten Juni, das zweite am 1sten August und das letzte am 1sten Oktober geliefert seyn.

6ter Art.

An diesen Tagen wird die Aufnahme gemacht, und

in sofern das Material vorschriftsmäßig geliefert ist, erhält der Unternehmer vierzehn Tage später eine Abschlags-Zahlung für die zwei ersten Drittheile, und am Ende der Arbeit wird seine Forderung liquidirt.

7ter Art.

Jeder Fehler, welchen der Unternehmer gegen obige Bedingungen oder überhaupt gegen die gute Ausführung der Lieferung begeht, wird ihm von den Bau-Beamten schriftlich zur Verbesserung angegeben, und wenn diese nicht binnen acht Tagen erfolgt, das Nöthige ohne weiteres Verfahren auf Kosten des Unternehmers ausgeführt.

8ter Art.

Ist am 1sten August vorauszusehen, daß die Lieferung am 1sten Oktober nicht beendigt seyn kann: so wird die vorgesetzte Behörde die Aufhebung des Kontrakts und Lieferung der übrigen Materialien auf Kosten des Unternehmers verordnen.

Dasselbe geschieht, wenn die ganze Lieferung am 1sten Oktober nicht beendigt ist. In beiden Fällen bedarf es keiner besondern Aufforderung des Unternehmers, sondern durch den bloßen Ablauf des gedachten Termins wird derselbe in Verzug gesetzt.

9ter Art.

Der Unternehmer unterwirft sich übrigens den anliegenden Versteigerungs-Bedingungen.

den ten 18

Der

N.N.

Eingesehen von dem Unternehmer.

Bayerische Staatsbibliothek München

Gedruckt bei A. W. Schade.

Berichtigungen.

Seite 1 Zeile 13 von oben statt Gefällen lies Gefälle
— 3 — 20 v. ob. st. ba l. bcd
— 6 — 5 v. unten st. Gebirgen l. Gebirge
— 8 — 8 v. ob. st. mit l. bei
— 11 — 8 v. unt. st. isolitte l. isolirte
— 15 — 17 v. ob. st. Hortzontalen l. Horizontalen
— 16 — 16 v. ob. st. solcher Stelle l. solchen Stellen
— — — 23 v. ob. st. liegende l. liegenden
— 17 — 5 v. ob. st. om l. on
— — — 11 v. unt. st. ab l. ab
— 20 — 7 v. unt. st. vermeiden l. vermindern
— 24 — 14 v. ob. st. dem Fuhrwerke l. den Fuhrwerken
— — — 20 v. ob. st. seyen l. sind
— 26 — 2 v. ob. st. gedrückt l. zerdrückt
— 27 — 1 v. ob. st. wird dem l. wird bei dem
— 28 — 9 v. ob. st. carringes l. carriages,
— 30 — 11 v. ob. st. auf l. mit
— 33 — 1 v. ob. st. Paris l. Trier
— 42 bis 96 in den Colonnentiteln statt Straßenprospekte lies Straßenprojekte
— — — 1 v. ob. st. der Thalstraße l. auf der Thalstraße
— 43 — 15 v. ob. st. um l. hier
— 45 — 15 v. ob. st. laufende l. laufenden
— — — 20 v. ob. st. 1 bis cos. l. 1—cos.
— 46 — 28 v. ob. st. führt l. fährt
— — ist der Ausdruck p. C. dreimal zu streichen
— 48 — 9 v. unt. st. dann 62 l. dann über 62
— 59 — 10 v. ob. st. Nr. 6. l. Nr. 0.
— 60 — 5 v. ob. st. getrennt l. gekrümmt
— 61 — 17 v. ob. st. 36° l. 360°
— 62 — 3 v. unt. st. dem Thale l. das Thal
— 63 — 13 v. unt. st. dem Thale l. das Thal
— 65 — 2 v. ob. st. 8 bis 9″ l. bis g 8″
— — — 3 u. 4 v. unt. st. dem Hauptthale l. das Hauptthal
— 76 — 22 v. ob. st. 6″, 5, 5 oder 4″ l. 6″, 5 oder 4″

Seite 77 Zeile 17 u. 16 v. unt. st. $960^{\circ} = \frac{340'}{5}$ 68′ l. $\frac{340'}{5} = 68'$.

— 89 — 1 u. 2 v. ob. st. durch starke Futtermauern l. durch starke Futtermauern schützen

— 102 — 9 v. unt. st. mit einem 6″ hohen, langen Steinschutte l. mit einer 6″ hohen Lage Steinschutt

— 106 — 13 v. ob. st. v. Sechmann l. v. Pechmann

— 109 — 1 u. 8 v. ob. st. Bänder l. Binder

— 110 — 16 v. ob. st. Rund- l. Spund-

— 117 — 6 v. unt. st. Bandleisten l. Band-, Leisten-

— 122 — 6 v. ob. st. Taxirung l. Tracirung

— 142 — 1 u. 10 v. ob. st. v. Sechmann l. v. Pechmann

— 149 — 3 v. unt. st. hat l. haben

— 161 — 2 v. ob. st. 3′ l. 3″

— 162 — 16 v. unt. st. Höhe l. hohe

— 163 — 5 v. unt. st. 50 l. 5

— 187 — 17 v. ob. st. AS = AB l. AS = SB

— 205 — 5 v. unt. st. Sandsteine l. Randsteine

— 223 — 6 v. ob. st. Toipel l. Tripel.

Fig. 1. zu § 1.

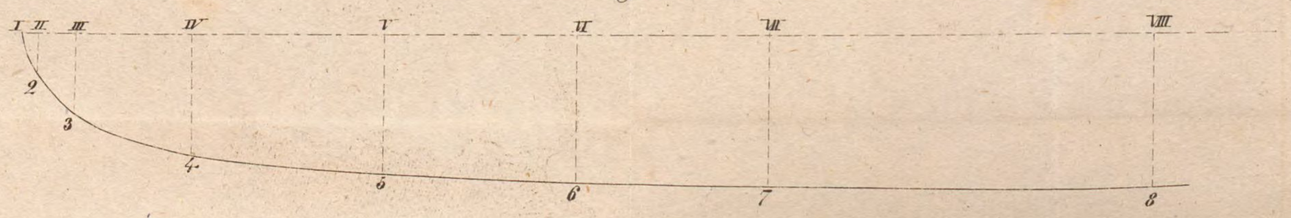


Fig. 5. z. § 4.

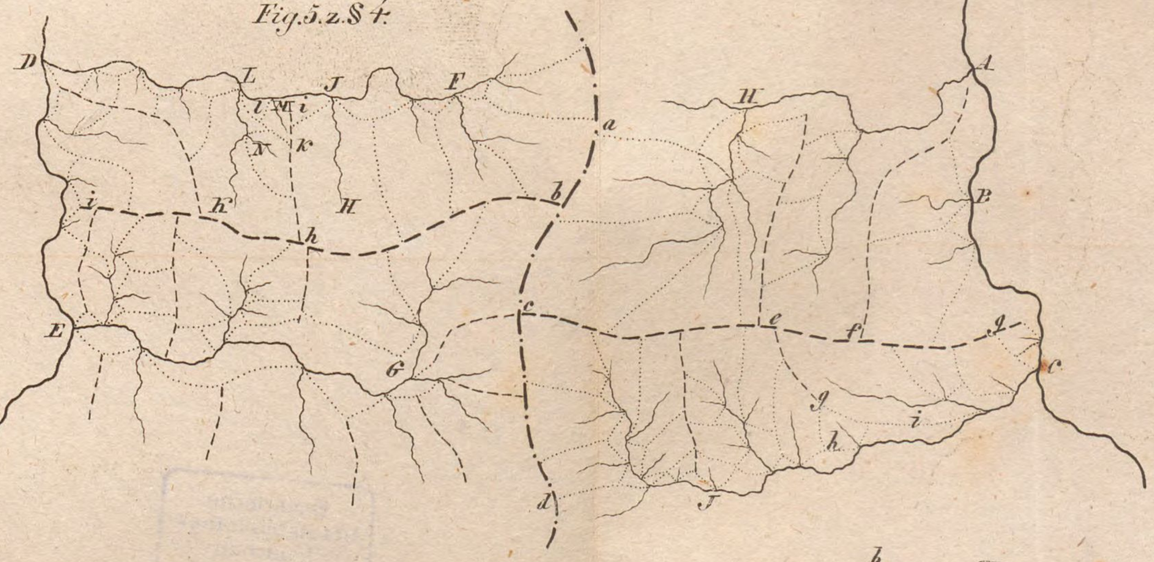


Fig. 6. zu § 4.

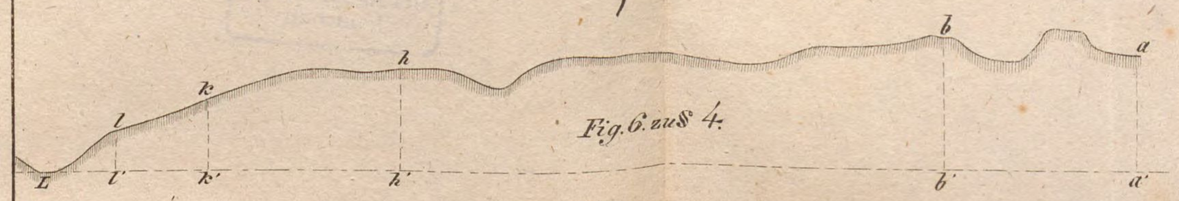


Fig. 2 zu § 2.

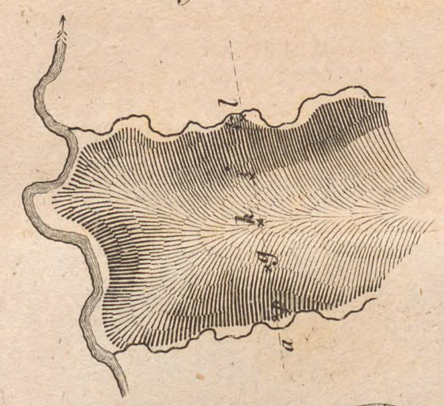


Fig. 3. zu § 2.

Fig. 4. zu § 2.

Fig. 12 zu § 6.

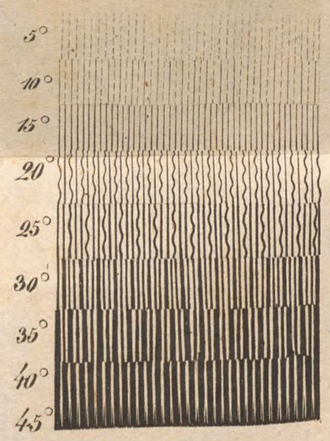


Fig. 7. zu § 6.

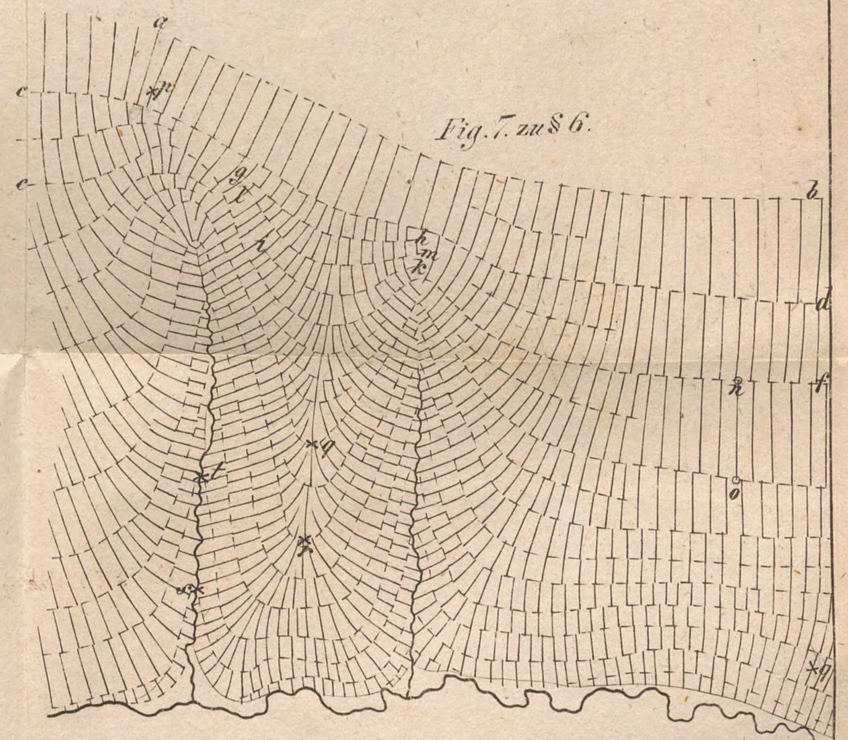


Fig. 9. zu § 7.

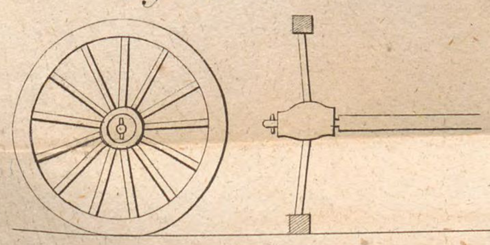


Fig. 10. zu § 7.

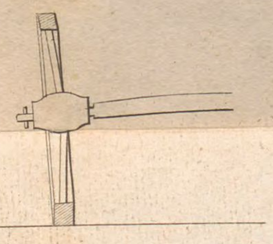


Fig. 11. zu § 1. d. Anhangs.

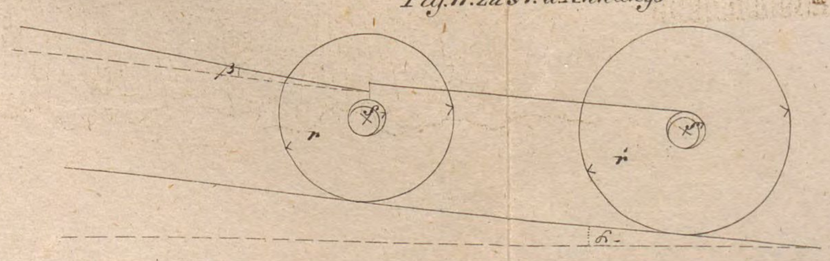
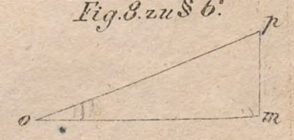


Fig. 8. zu § 6.



Tab. I. Mllgast. v. Jul. Grimpel. B. el.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

zu § 26 und 27.

(630)
(590)
(510)
(420)
(460)
(445)
(650)
60
(970)
(1050)
2
(550)
59
(760)
(1700)
(1300)
(1200)
57
(980)
(1100)
(1600)
(1230)
58
62
(2200)
(1700)
(2100)
(3200)
3
(1960)
(4700)
(4200)
(2800)
(3300)
(2400)
(1440)
56
6
(3600)
(4500)
(2600)
66
(2500)
(1840)
(790)
34
(1520)
(990)
31
61
84
(970)
(1100)
89
(2180)
(1000)
81
63
(980)
(1900)
(1240)
29
80
28
(1800)
(560)
77
76
75
(1100)
26
79
78
(630)
(1780)
65
(1140)
64
(1280)
(1500)
74
22
25
73
24
(560)
(1240)
(540)
38
(600)
(730)
(1400)
69
72
30
(1100)
71
(580)
16
(1890)
23
65
(880)
89
(650)
88
(530)
(590)
18
(1400)
(1320)
(750)
10
17
70
(630)
(1450)
15
(1300)
(1260)
13
(880)
14
(1320)
(920)
66
67
68
(1020)
(460)
8
(720)
55
(470)
63
(440)
(540)
(980)
(630)
85
87
(680)
(580)
86
(660)
(830)
(560)
(460)
(820)
1
(410)
9
(530)
(350)
2 4 0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 15
10 6 2
20000 Ruthen.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Fig. 17. zu §. 32.

Fig. 21 zu § 39.

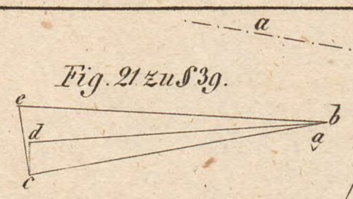


Fig. 22 zu § 42.

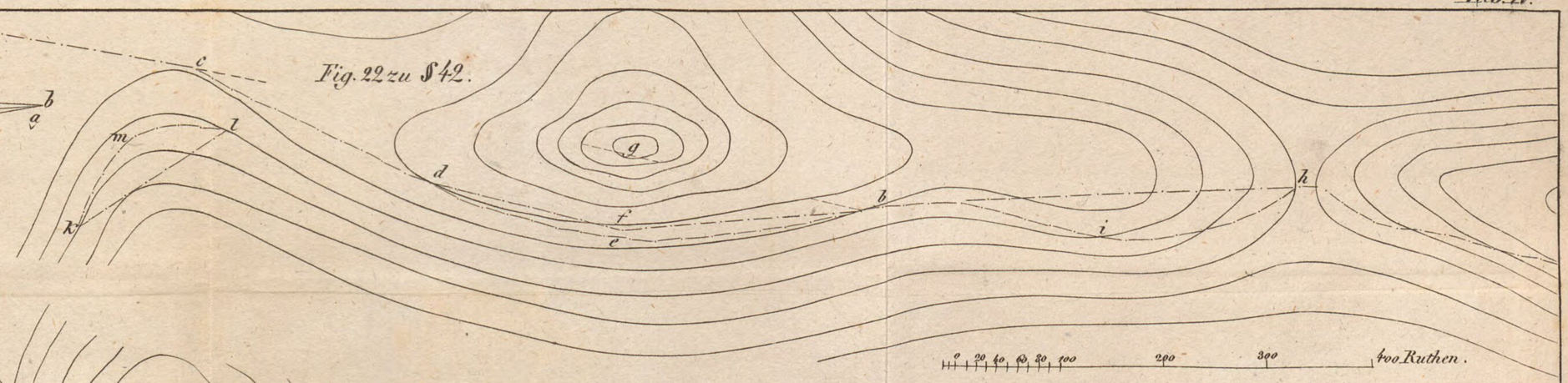


Fig. 23 zu § 42.

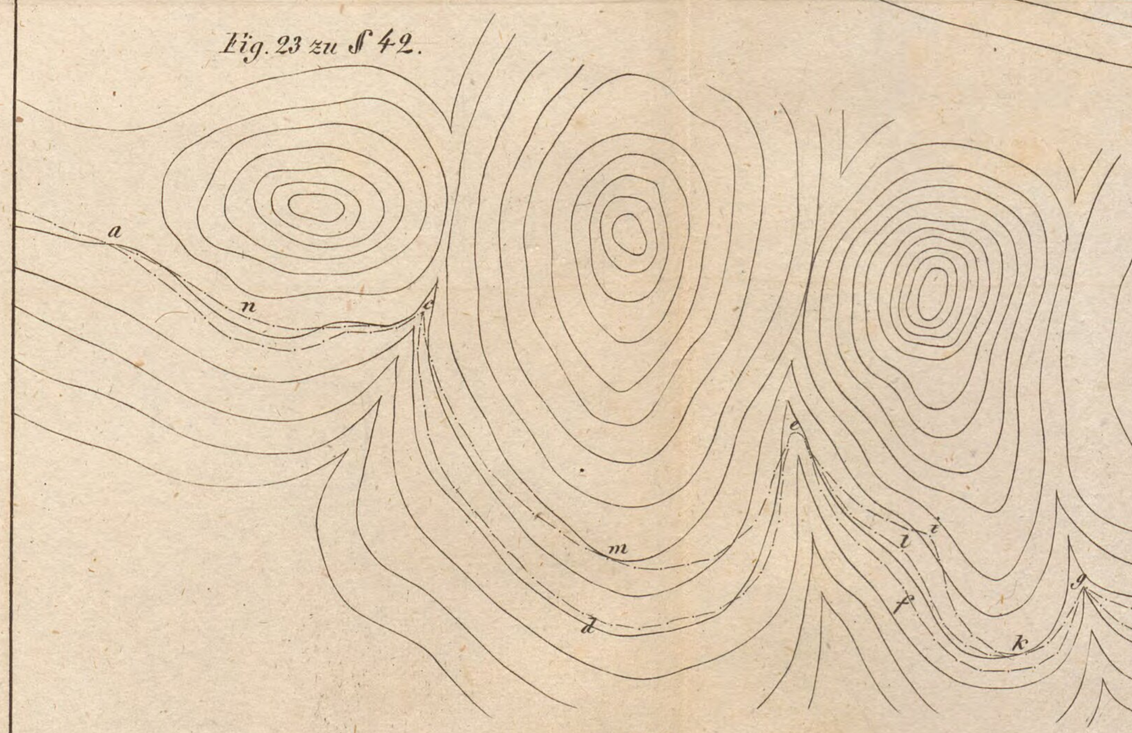
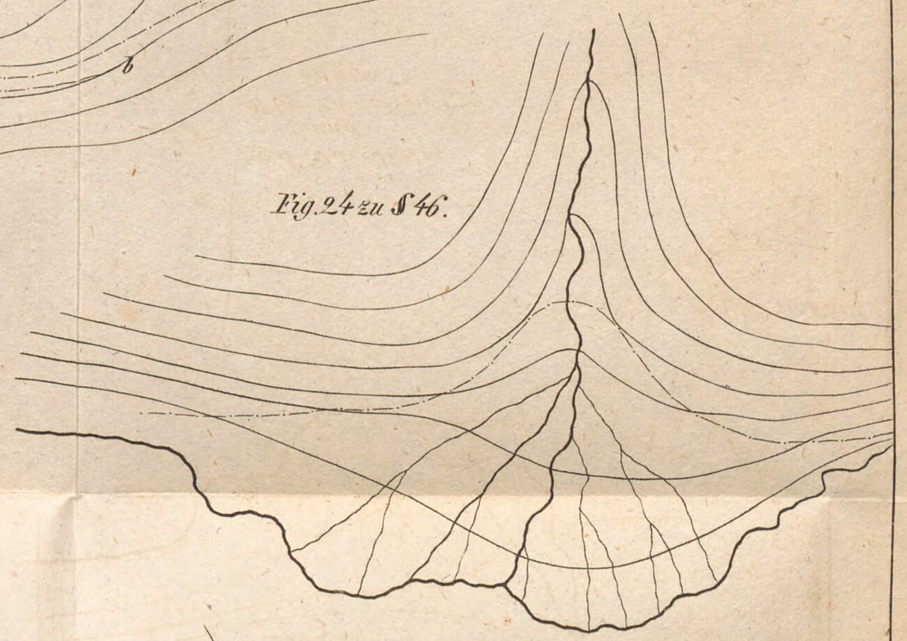


Fig. 24 zu § 46.



zu § 62.

Fig. 27.

Fig. 28.

Fig. 29.

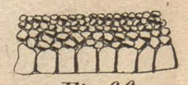
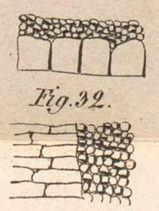


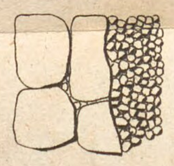
Fig. 30.

Fig. 31.

zu § 63.

Fig. 32.





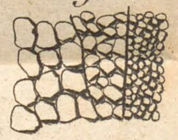


Fig. 34.

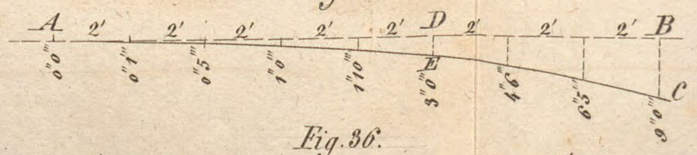


Fig. 33.

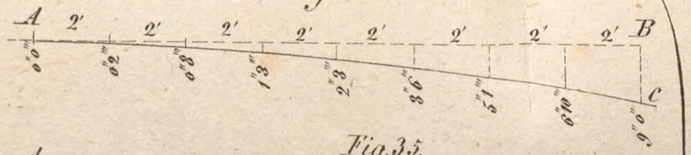


Fig. 36.

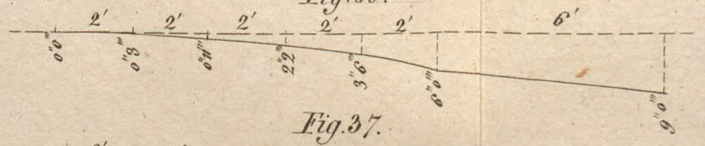


Fig. 35.

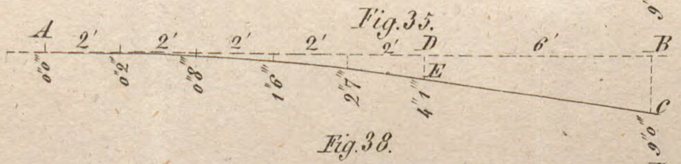


Fig. 37.

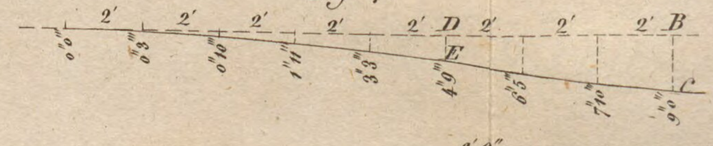


Fig. 38.

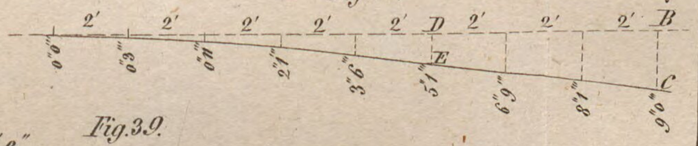
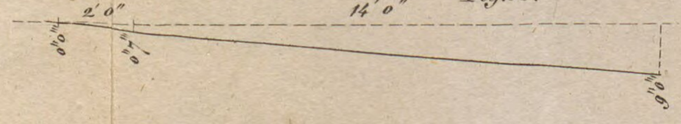


Fig. 39.



zu § 70 des Textes und § 15–20 des Anhangs.

Fig. 25 zu § 59.

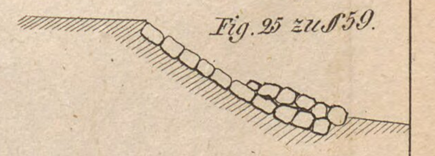
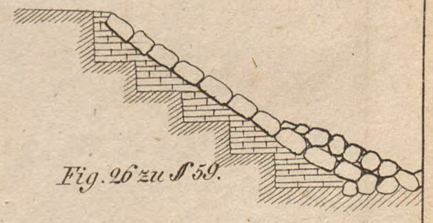


Fig. 26 zu § 59.



Bayerische
StaatsBibliothek
München

Fig. 40 zu § 71.

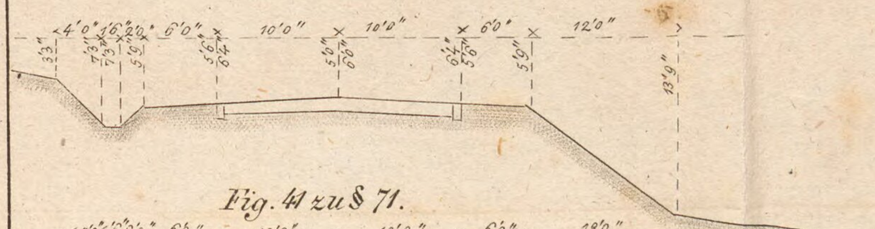


Fig. 41 zu § 71.

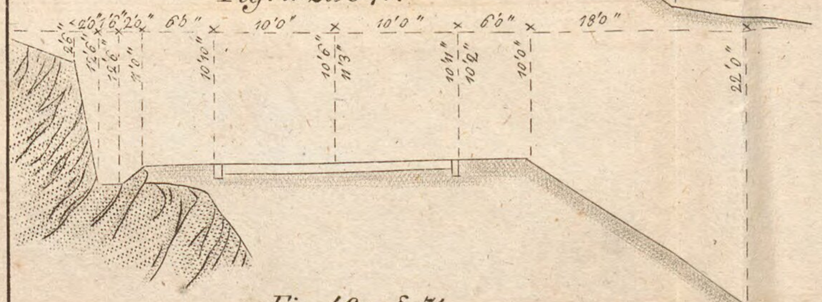


Fig. 42 zu § 71.

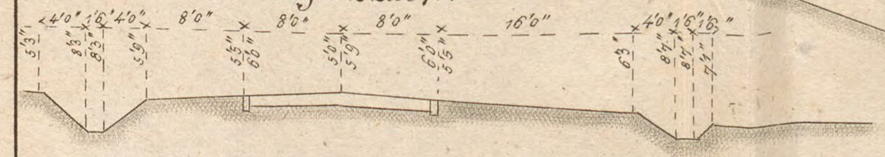


Fig. 43 zu § 76.

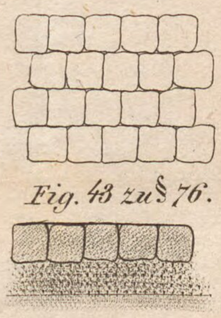


Fig. 44 zu § 76.

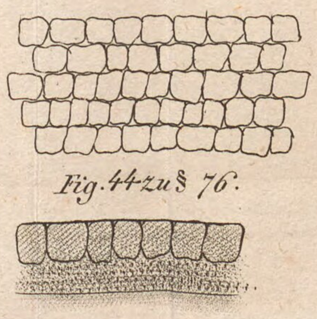


Fig. 45 zu § 76.

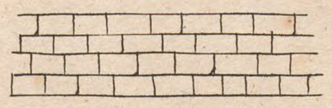


Fig. 46 zu § 76

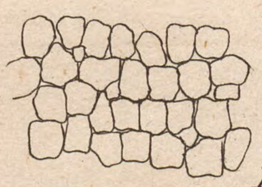


Fig. 47 zu § 81.

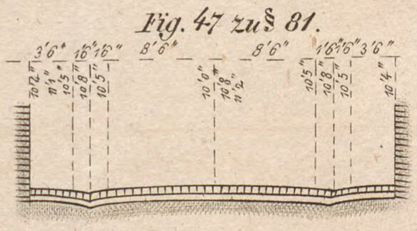


Fig. 48 zu § 81.

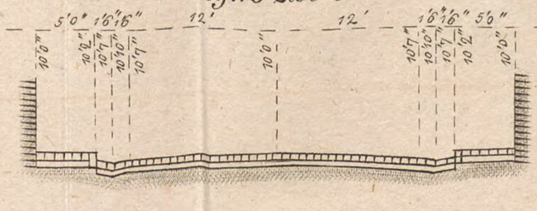


Fig. 49 zu § 81.

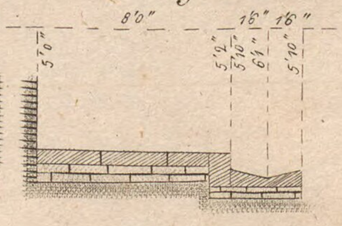


Fig. 50 zu § 84.

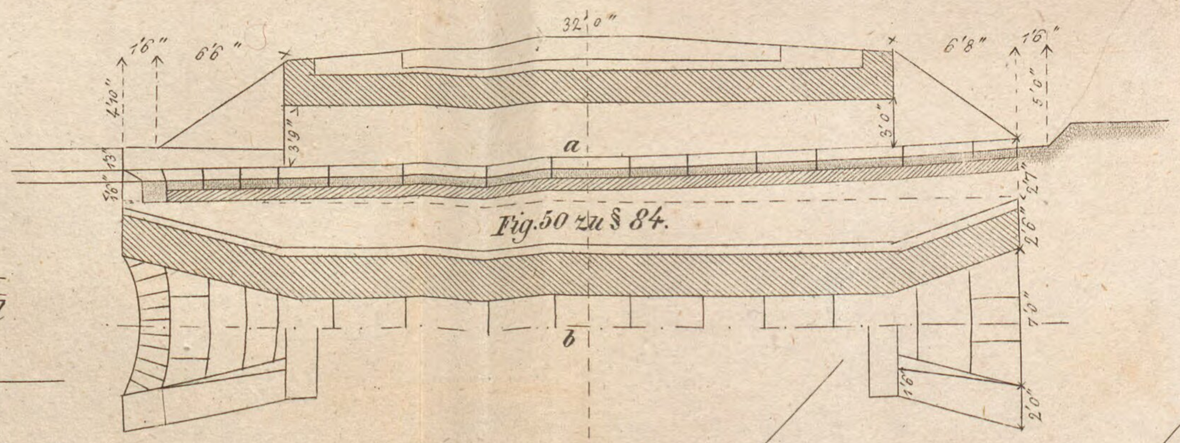


Fig. 50 zu § 84.

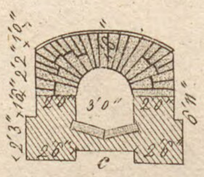


Fig. 52 zu § 84.

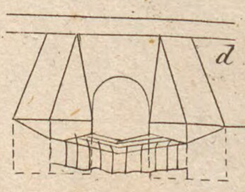


Fig. 53 zu § 85.

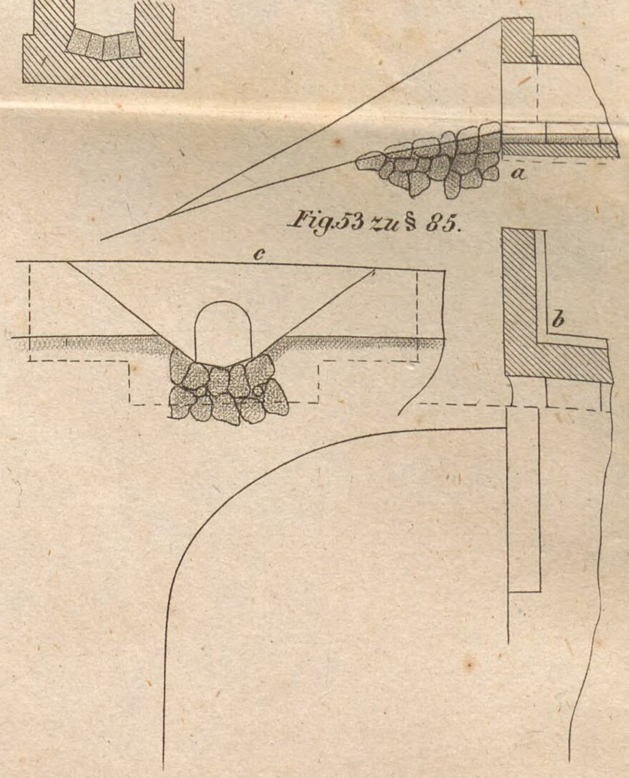


Fig. 54 zu § 85.

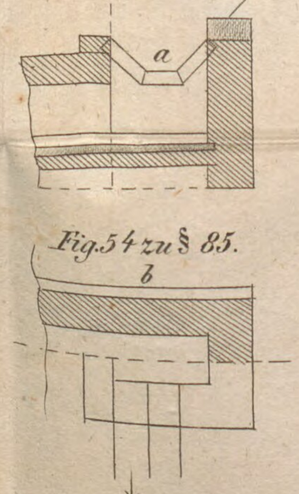


Fig. 55 zu § 86.

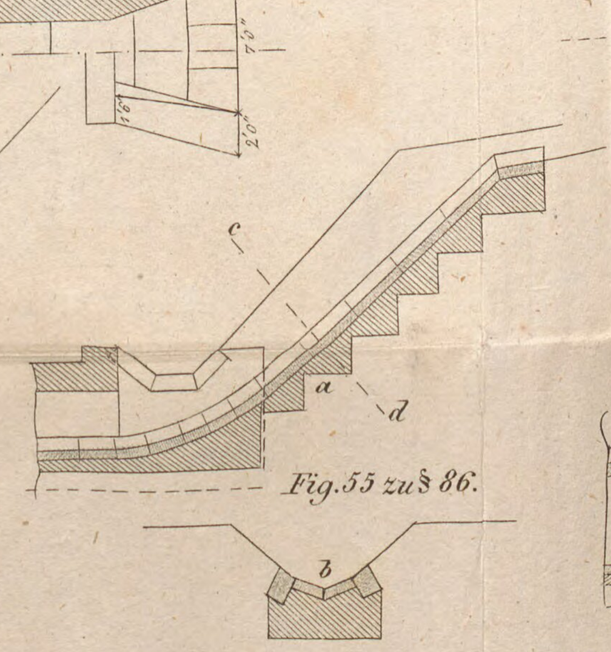


Fig. 56 zu § 89.

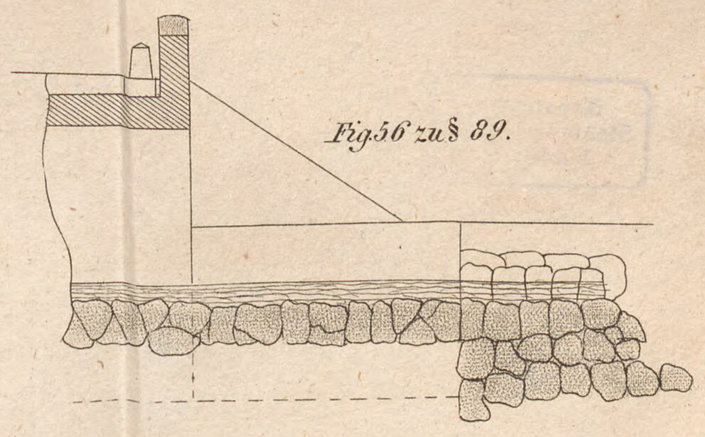


Fig. 57 zu § 89.

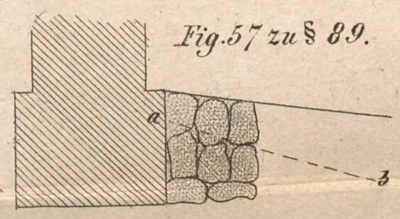


Fig. 59 zu § 86 u 93.

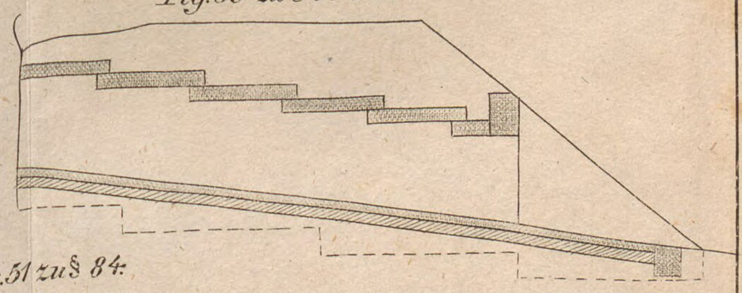


Fig. 51 zu § 84.

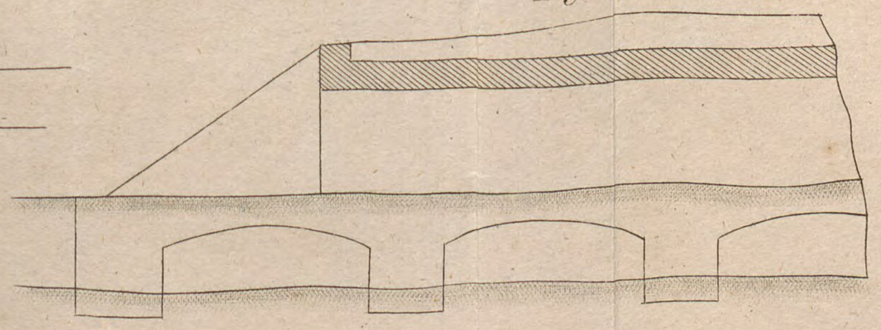
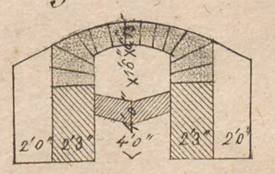
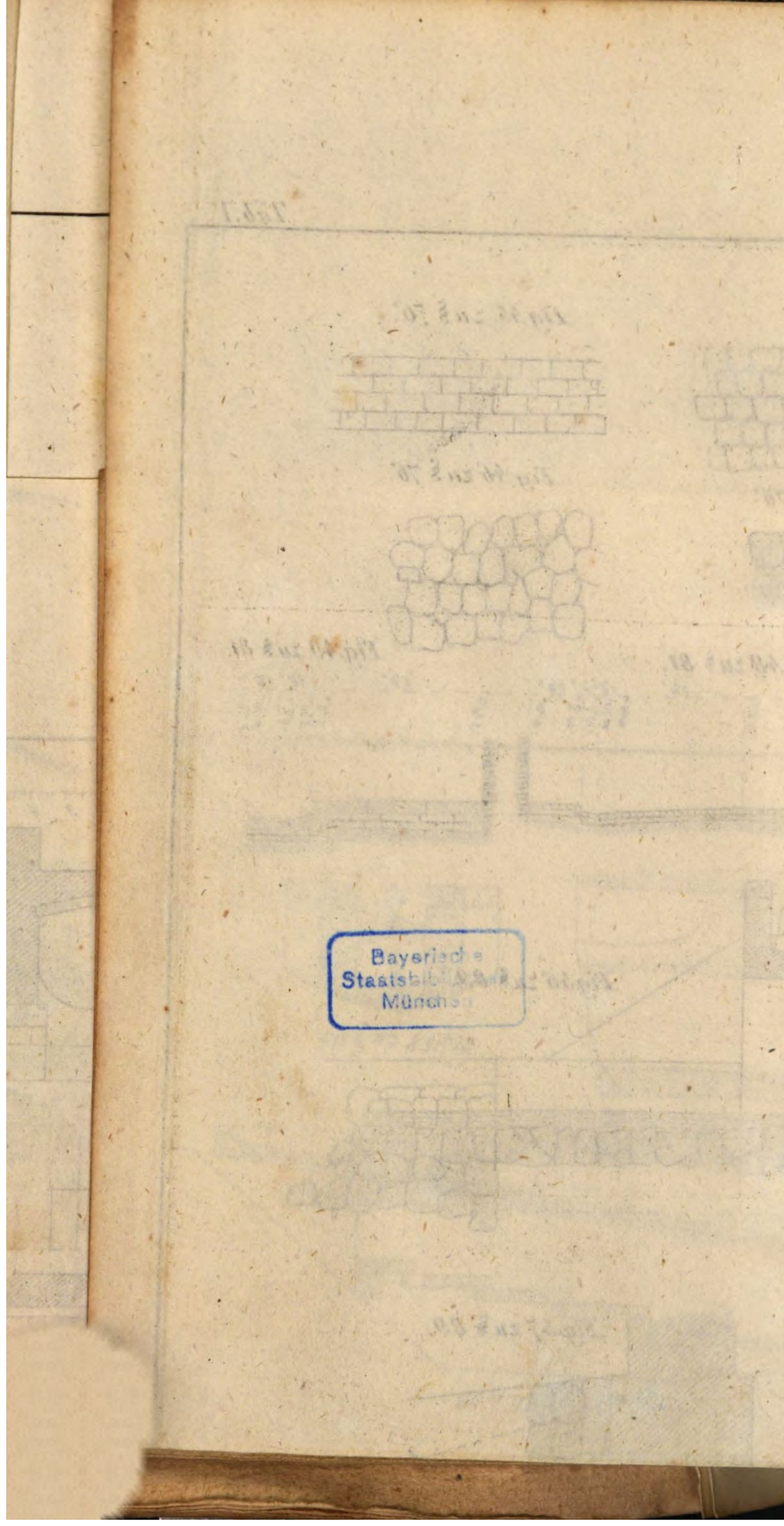


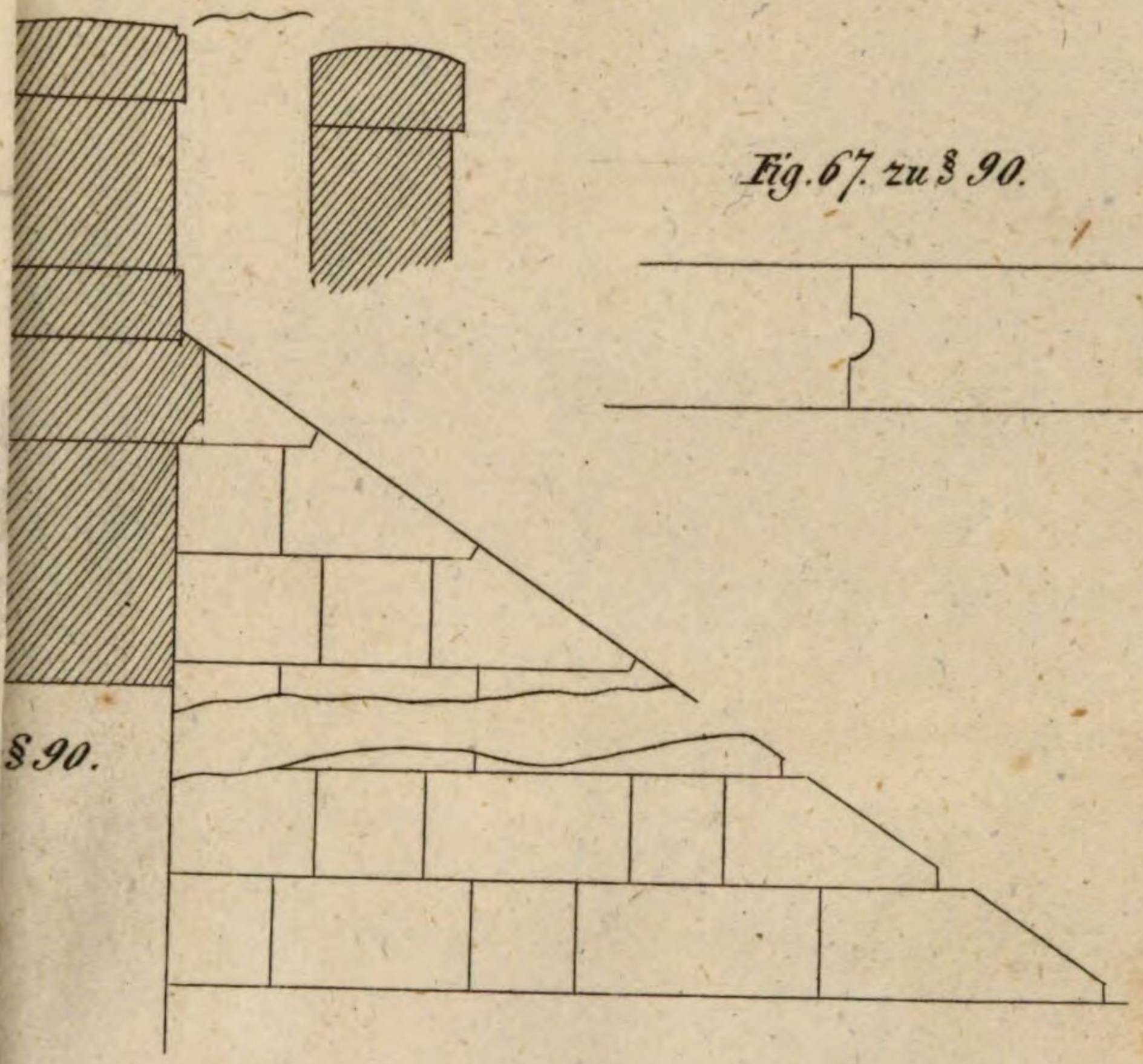
Fig. 58 zu § 85.



Maasstab zu Fig. 50 - 58.



Bayerische
Staatsbibliothek
München



§ 90.

Fig. 67. zu § 90.

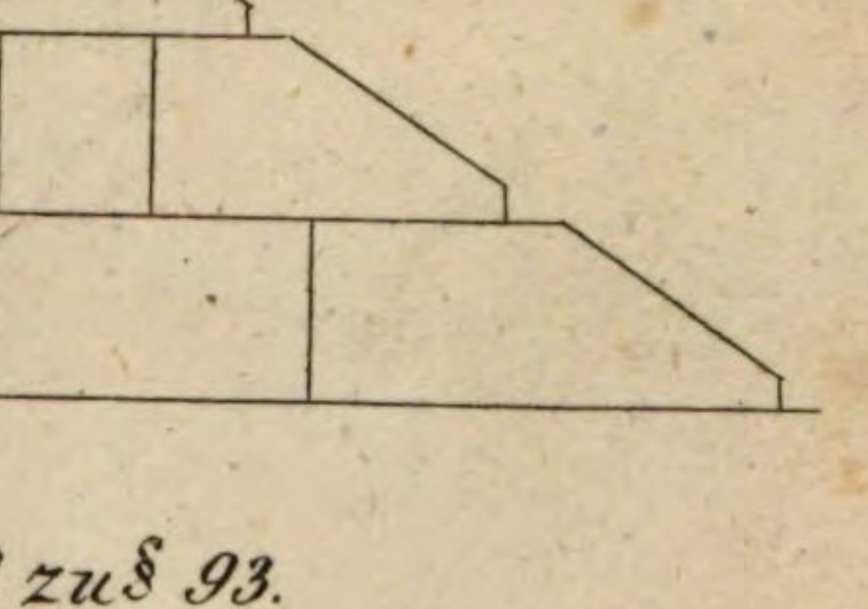
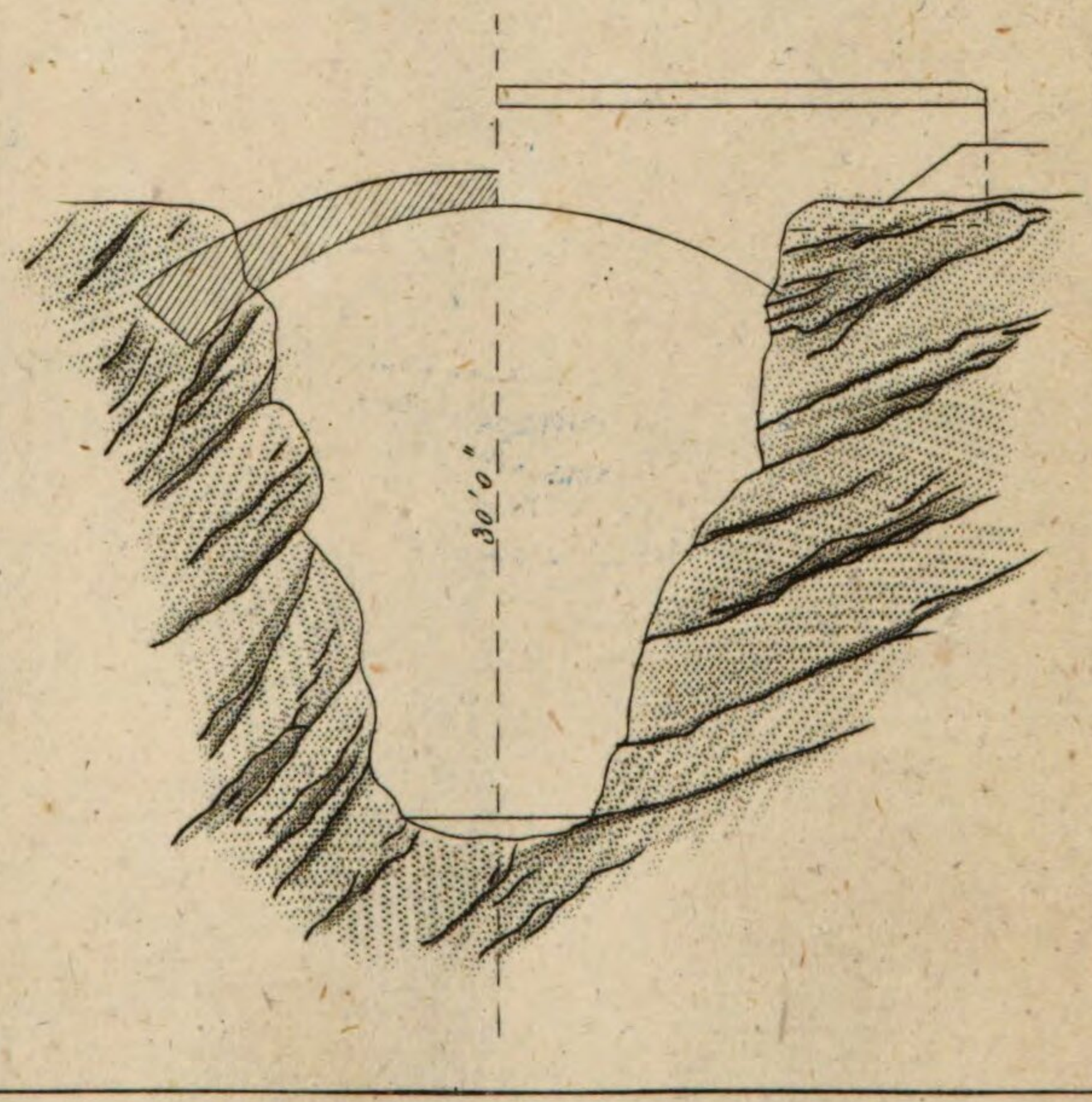


Fig. 62 zu § 93.



Ansicht der Flügelmauer.

Grundriss.

Längendurchschnitt.

Ansicht.

Querschnitt.

Zeichnung der Fugenschnitte

einer 12′ weiten aus Werkstücken zu bauenden Brücke

zu §. 92.

12″ 0 2 4 6 8 10′ 20 30 40′

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Steige von 30° Länge u. 2"1 Gefäll pro Ruthe

Steige von 89° 8' Länge und 3"72 Gefäll pro Ruthe

Steige von 44°3 Länge und 1"99 Gefäll pro Ruthe.

Steige von 45° Länge und 0"31 Gefäll pro Ruthe.

Fig. 70 zu §105.

Fig. 69 (No 1) zu §97.

Lehm
fester Thonschiefer

(No 2)

Lehm
fester Thonschiefer

(No 3)

Leichter Lehm
Thon

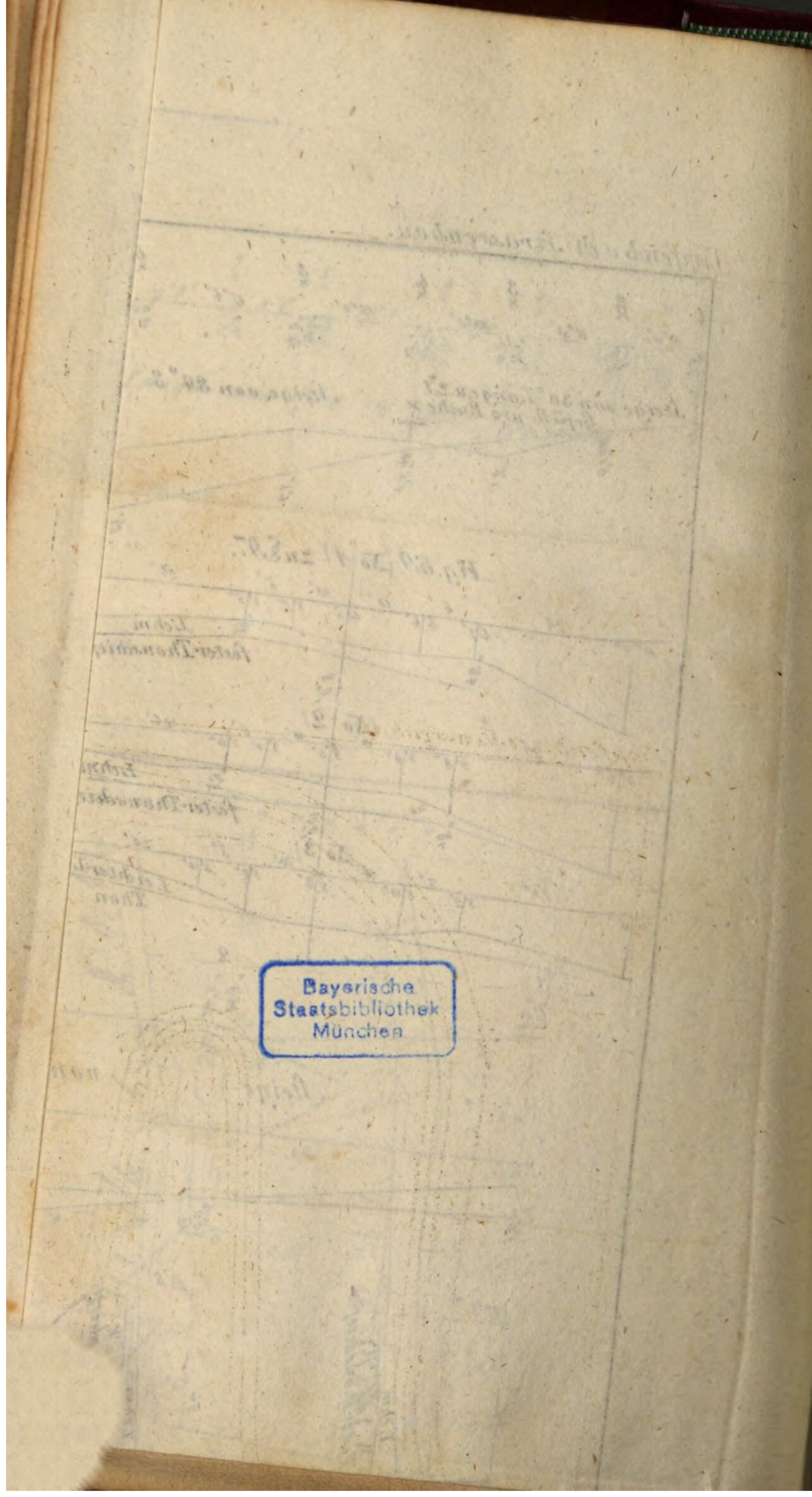
Fall des Grabens von 1/4" auf der Ruthe

Steige von 1" 66 Gefälle pro Ruthe.

Fig. 71 zu §106.

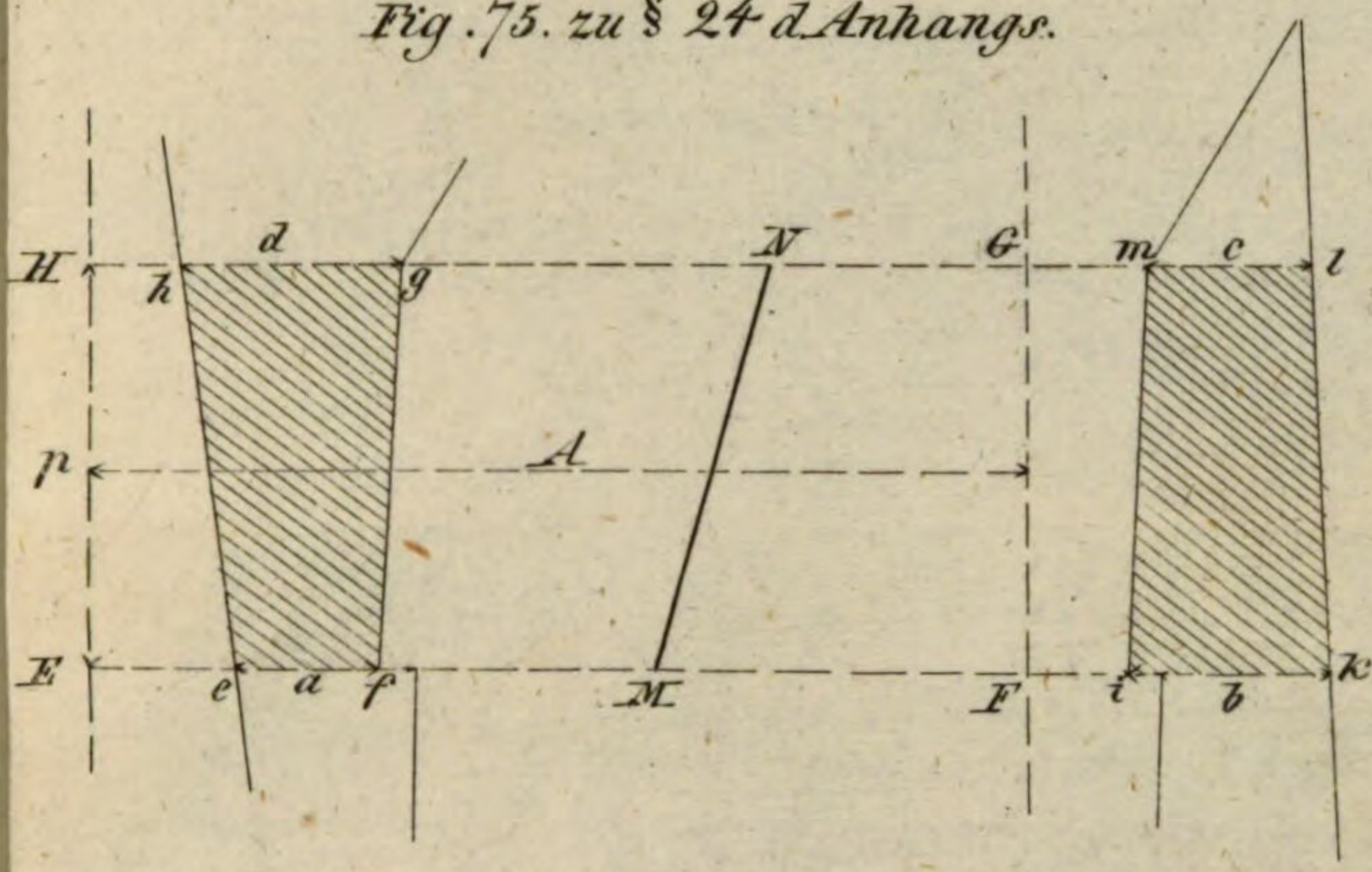
Lehm
Fester Thonschiefer

Fig. 72 zu §107.



Bayerische
Staatsbibliothek
München

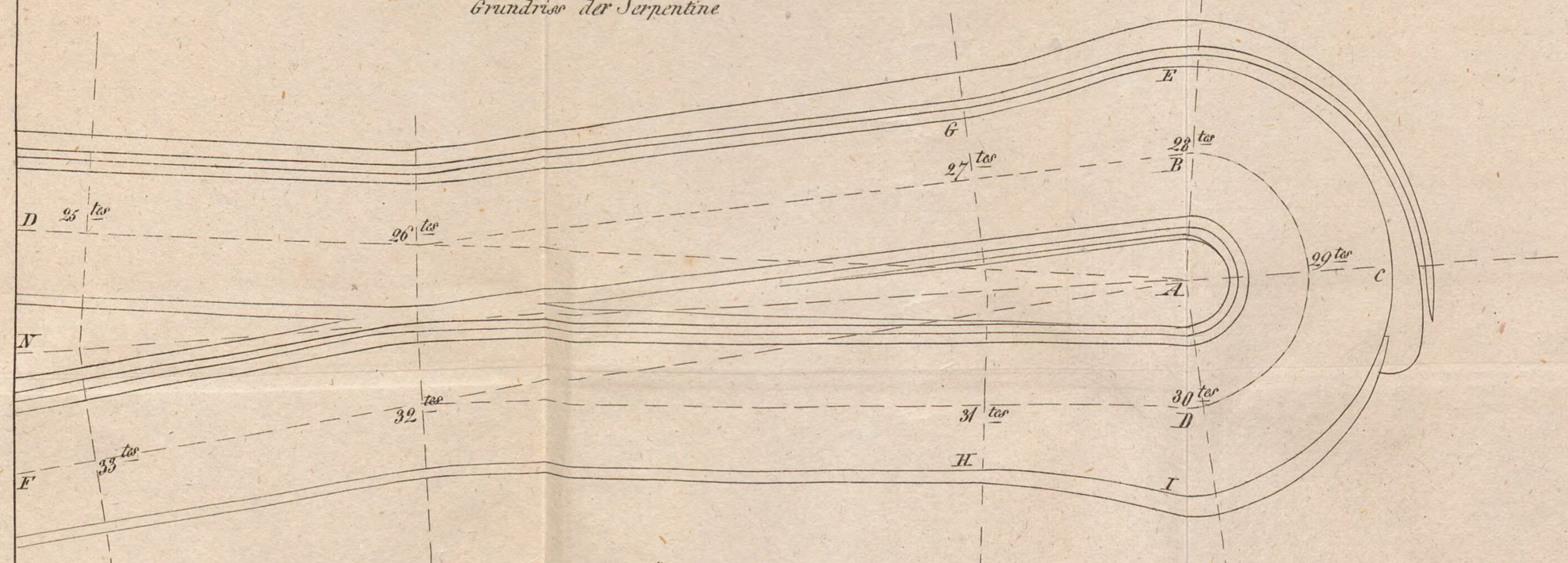
Fig. 75. zu § 24 d. Anhangs.



23 d. Anhangs.

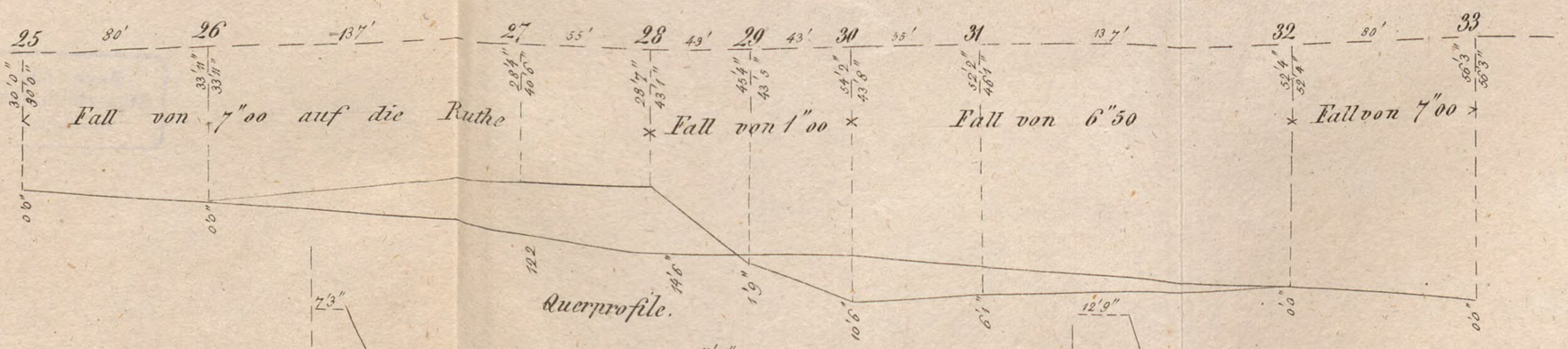
Fig. 76 zu § 113.

Grundriss der Serpentine



Längenprofil.

Fig. 77. zu § 113.



Querprofile.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

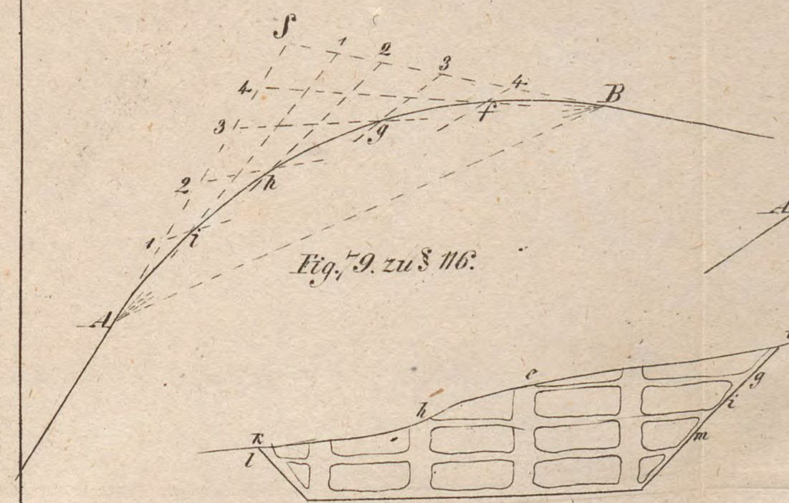


Fig. 79. zu § 116.

Fig. 80. zu § 116.

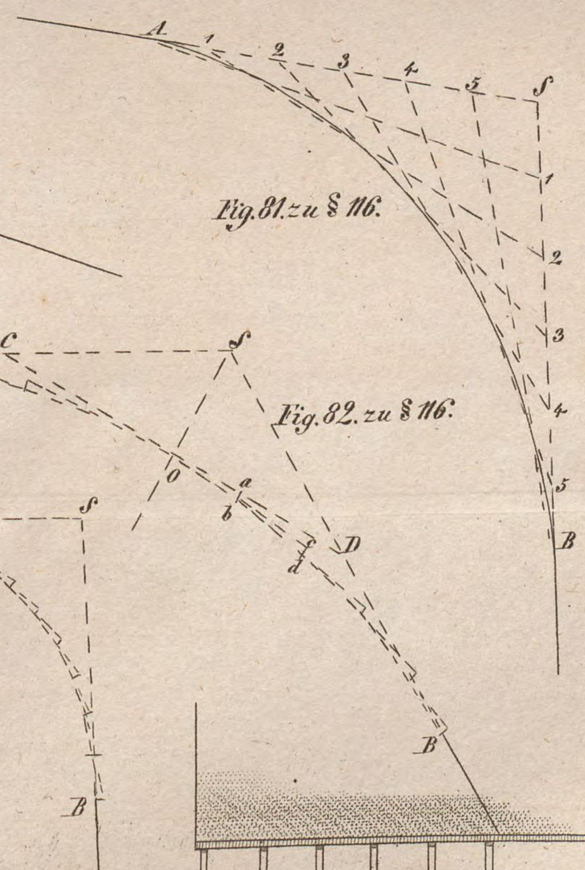


Fig. 81. zu § 116.

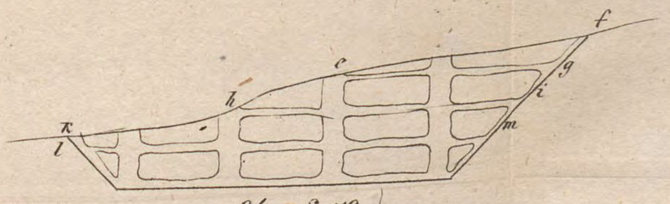


Fig. 84. zu § 119.

Fig. 82. zu § 116.

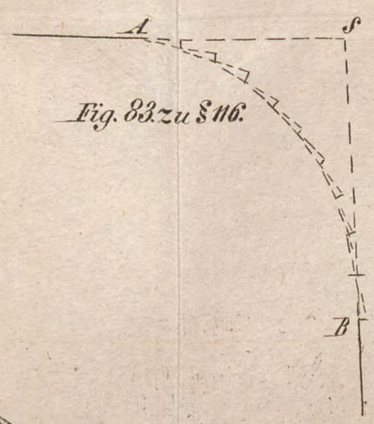
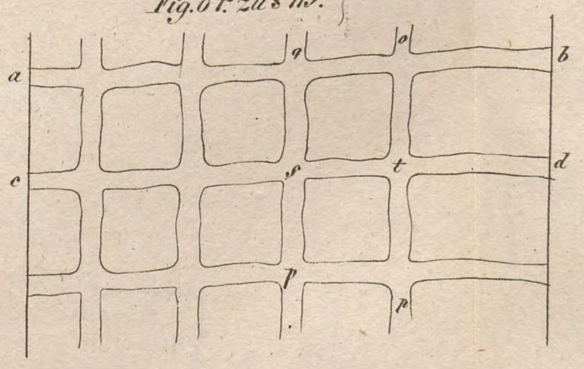


Fig. 83. zu § 116.



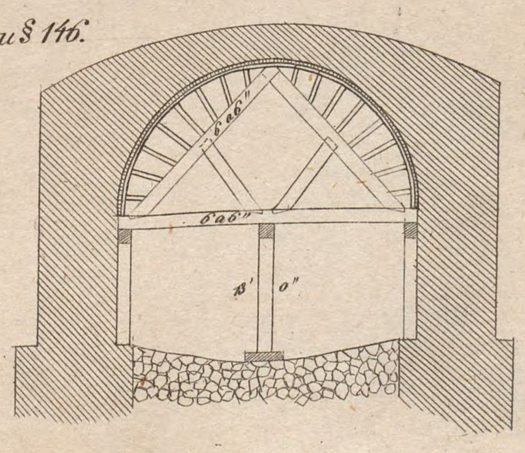


Fig. 85. zu § 146.

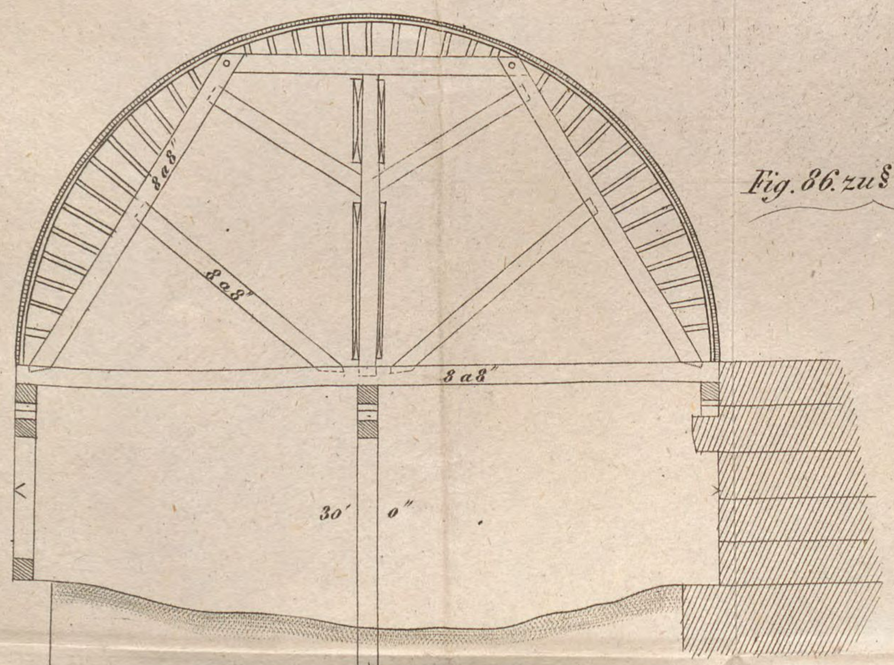
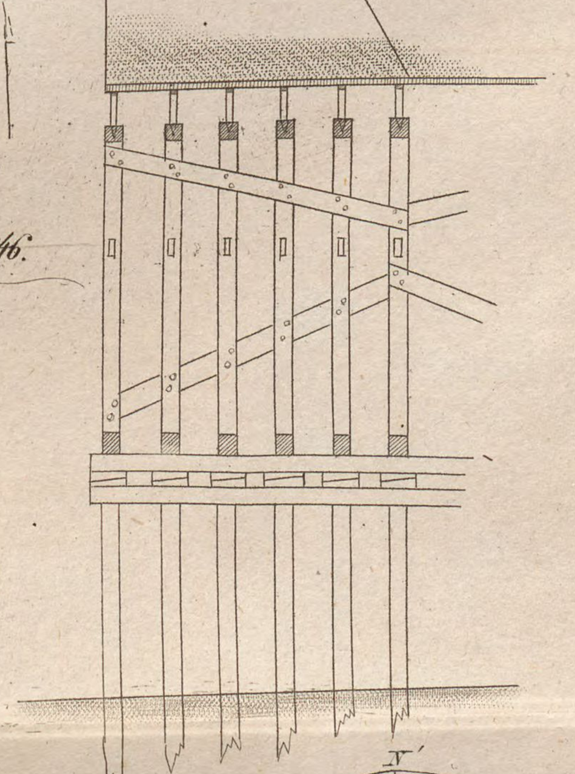


Fig. 86. zu § 146.



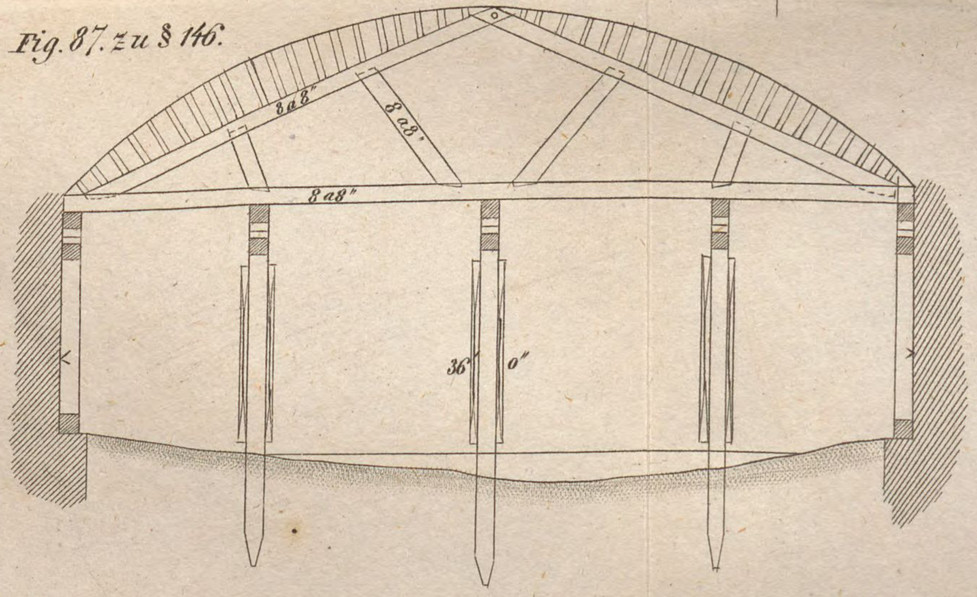


Fig. 87. zu § 146.

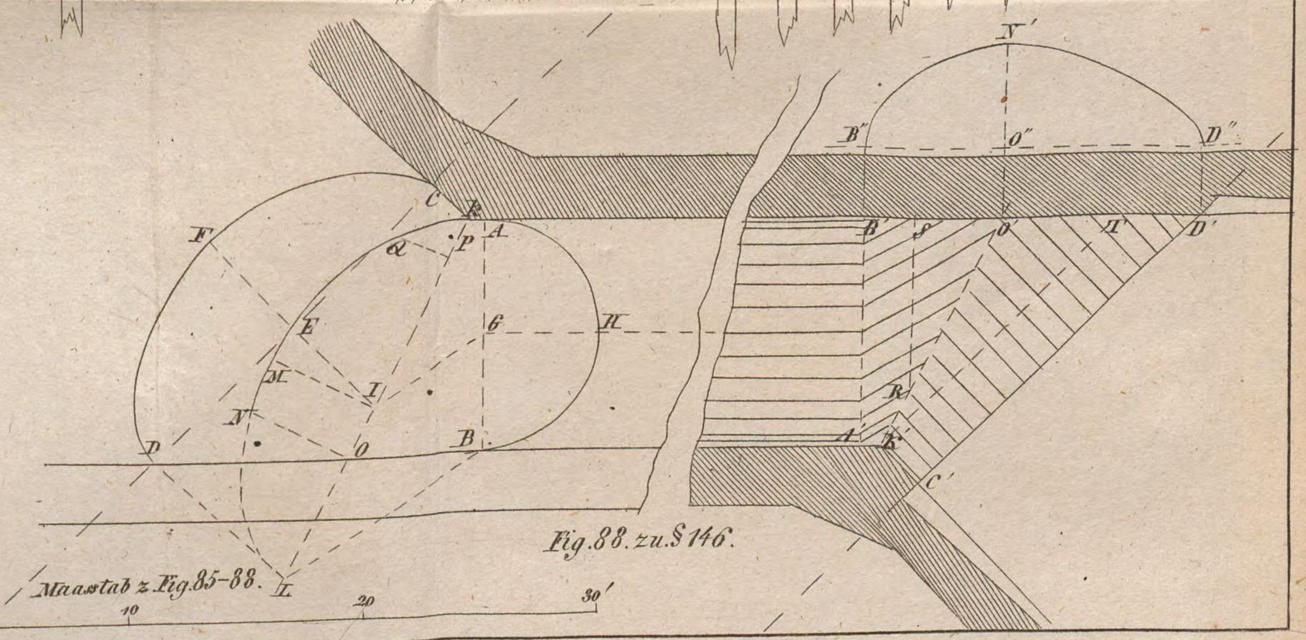


Fig. 88. zu § 146.

Maasstab z. Fig. 85–88.

10 8 6 4 2 0

10 20 30'

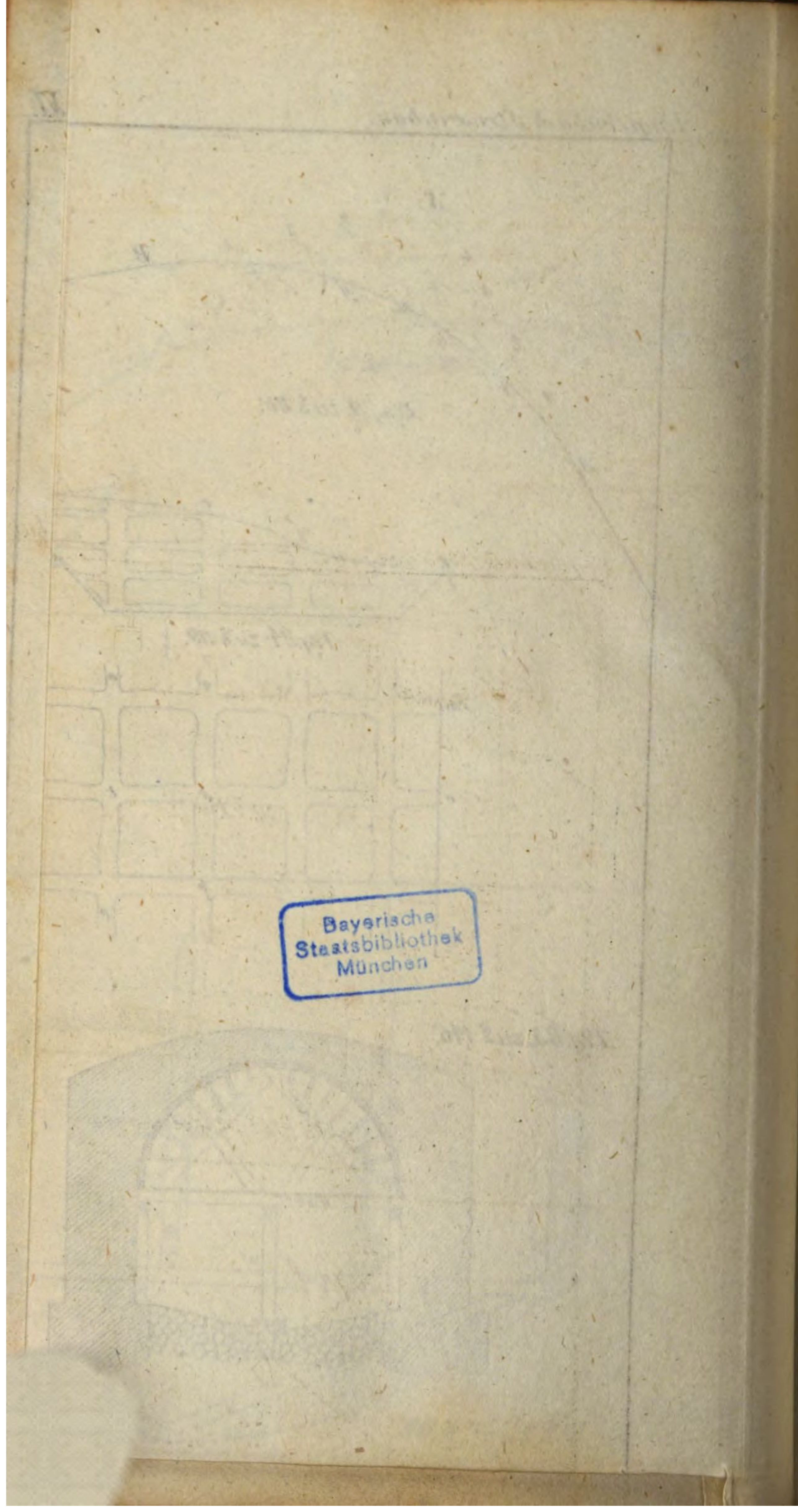
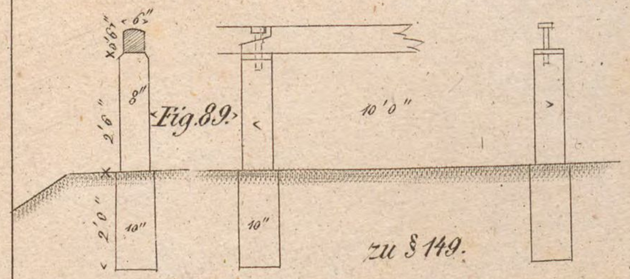

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Fig. 89.



zu § 149.

Fig. 90.

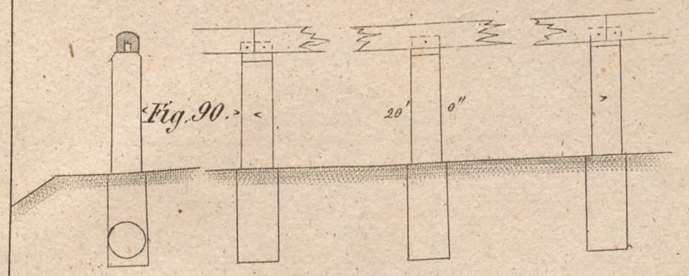


Fig. 91. zu § 46.

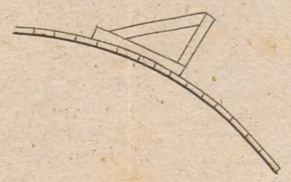


Fig. 94. zu § 13. d. Anhangs.

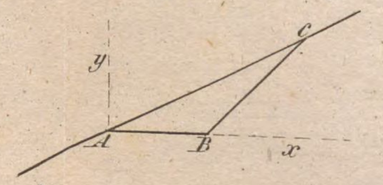


Fig. 95. zu § 21. d. Anhangs.

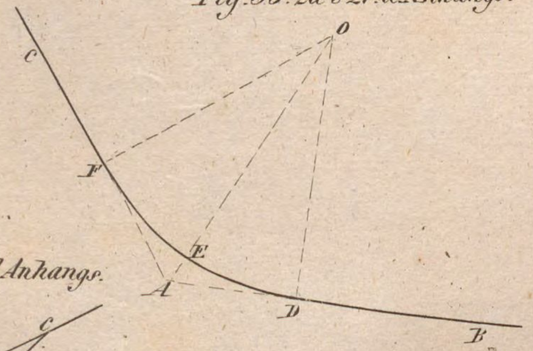


Fig. 96. zu § 22 u. 23. d. Anhangs.

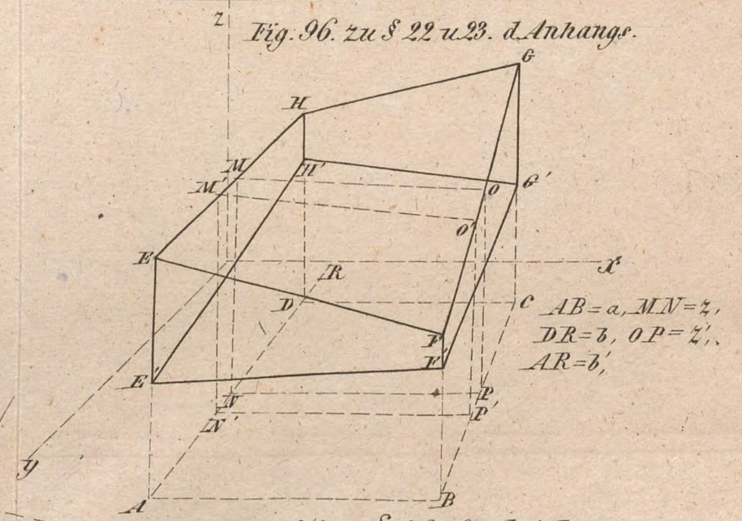


Fig. 97. zu § 26–30. d. Anhangs.

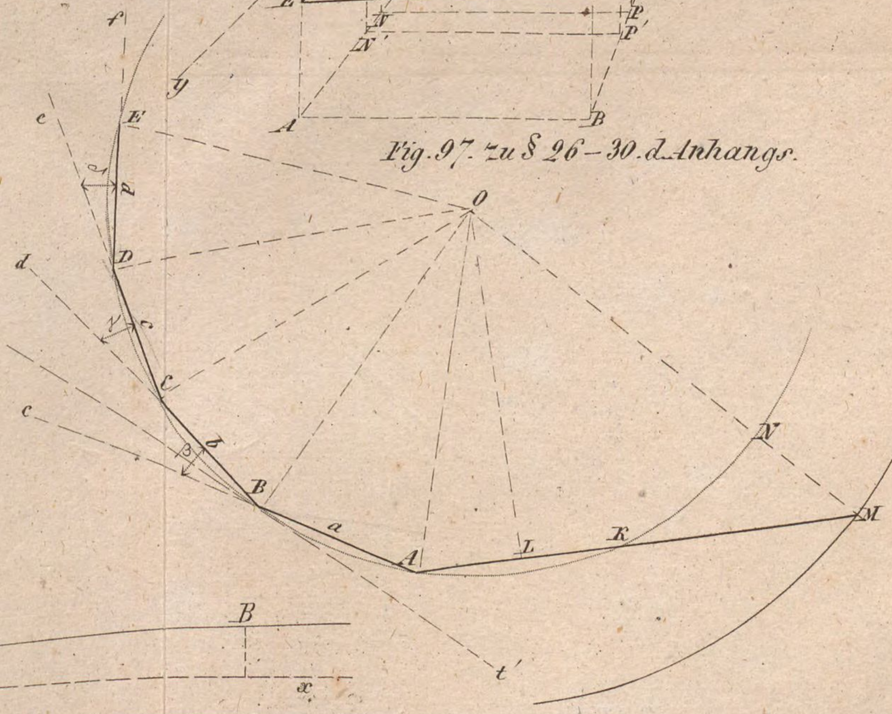


Fig. 98. zu § 31. d. Anhangs.

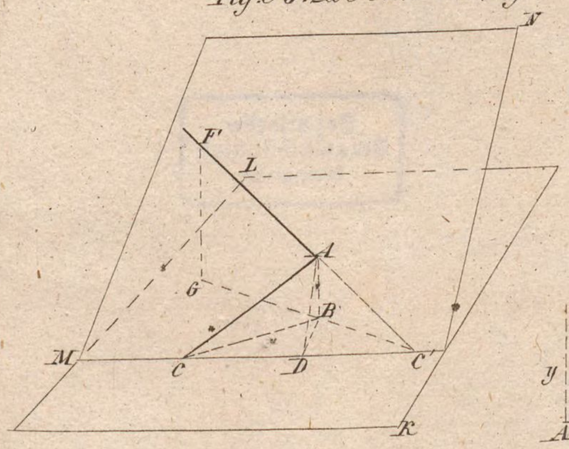
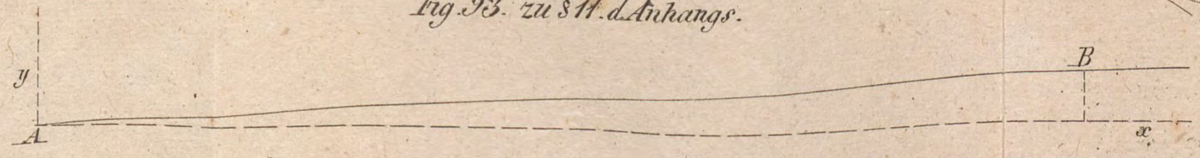


Fig. 92. zu § 12. d. Anhangs.

Fig. 93. zu § 11. d. Anhangs.



Bayerische
Staatsbibliothek
München

Werner Schraml
Buchbinderei
München
Breisacher

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Umpfenbach, Franz Anton

Theorie des Neubaues, der Herstellung und Unterhaltung der Kunststrassen mit einem Atlas von 12 Kupfertafeln

Berlin 1830

A.hydr. 81 r
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10060011-9